



הכנסת

מרכז המחקר והמידע

**שיקולים בריאותיים  
וסביבתיים בהפעלת טורבינות רוח: מבט משווה**

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

**כ"ט בכסלו תשע"ח**  
17 בדצמבר 2017

**כתיבה: אהוד בקר**  
אישור: יובל וורגן, ראש צוות  
עריכה לשונית: מערכת דברי הכנסת

הכנסת, מרכז המחקר והמידע

קריית בן-גוריון, ירושלים 91950

טל': 02 - 6408240/1

פקס: 02 - 6496103

[www.knesset.gov.il/mmm](http://www.knesset.gov.il/mmm)

## תוכן העניינים

3	<u>תמצית</u>
4	<u>1. רקע</u>
5	1.1. קידום השימוש באנרגיית רוח בעולם
5	2. היבטים טכנולוגיים של טורבינות רוח
7	<u>3. היבטים בריאותיים של הפעלת טורבינות רוח והסדרתם בכמה מדינות</u>
7	3.1. "תסמונת טורבינות רוח": מצב המחקר והמחסור במידע מהימן
9	3.2. רעש בתדירות רגילה ובתדירות נמוכה
9	3.2.1. רקע
11	3.2.2. מדיניות בנושא הרעש
15	3.3. ריצוד (FLICKERING)
15	3.3.1. רקע
16	3.3.2. מדיניות בנושא הריצוד
17	3.4. היבטים בריאותיים אפשריים נוספים של הפעלת טורבינות רוח
19	3.5. כלי מדיניות עיקרי: מרחק מינימלי
21	<u>4. היבטים סביבתיים של הפעלת טורבינות רוח והסדרתם בכמה מדינות</u>
21	4.1. פגיעה בבעלי כנף (ציפורים ועטלפים)
24	4.1.1. אמצעי מדיניות
27	4.1.2. דוגמאות להתנהלות חוות רוח בירדן ובמצרים
28	4.2. פגיעה בנוף ובתיירות
30	<u>5. נושאים נוספים</u>
30	5.1. תכנון ורישוי ברמה הלאומית וברמה המקומית
31	5.2. שיתוף הציבור ופיצוי תושבים
33	5.3. מגבלות טיסה
34	<u>6. קידום ופיתוח של טורבינות רוח בישראל</u>
34	6.1. המדיניות לקידום אנרגיות מתחדשות בישראל
35	6.2. הסדרה של הקמת טורבינות רוח בישראל



36 6.3. הסדרת היבטים בריאותיים וסביבתיים של הפעלת טורבינות רוח בישראל

38 6.4. ההסדרה בישראל לעומת ההסדרה במדינות שהוצגו במסמך זה

40 נספח: תוכניות להקמת טורבינות רוח והסטטוס התכנוני שלהן בדצמבר 2017



## תמצית

מסמך זה נכתב לבקשת חברת הכנסת יעל כהן-פארן, יו"ר ועדת המשנה של ועדת המדע והטכנולוגיה לקידום טכנולוגיות לאנרגיה מתחדשת, והוא עוסק בהיבטים הבריאותיים והסביבתיים של הפעלת טורבינות רוח ובאופן הסדרתם של היבטים אלו בכמה מדינות. כמו כן, מוצגים במסמך נושאים אחרים הנוגעים להקמת טורבינות רוח בכמה מדינות, כגון חלוקת סמכויות בין מוסדות תכנון, שיתוף הציבור ופיצוי תושבים. לבסוף מוצגת תמונת המצב של הסדרת התכנון וההקמה של טורבינות רוח בישראל, בפרט בנוגע להסדרת ההיבטים הנזכרים במסמך זה.

במסמך נדונות בין היתר הנקודות הבאות:

- טורבינות רוח, המשתמשות ברוח לייצור חשמל, נחשבות למקור חשמל ידידותי לסביבה העדיף משימוש בדלק פוסילי. עם זאת, יש המייחסים להן השפעות בריאותיות וסביבתיות שליליות.

### • השפעות בריאותיות:

- ההשפעות הבריאותיות של טורבינות הן פועל יוצא בעיקר של הרעש שהן מחוללות ושל ריצוד אור שנוצר כשלהבי הטורבינה חוסמים את אור השמש שוב ושוב במהירות. בנוגע לרעש, עיקר הדאגה היא מהשפעה של רעש מתחת לתדירות הנשמעת (מתחת ל-20 הרץ, הידוע גם כאינפרה-קול).
- ההשפעות הבריאותיות הנפוצות המיוחסות לטורבינות הן בין היתר חוסר נוחות, קשיי שינה, כאבי ראש ועצבנות, והן מכונות לעיתים בשם הכולל תסמונת טורבינות רוח (wind turbine syndrome).

- אין הסכמה בקרב חוקרים על הקשר בין הטורבינות ובין התופעות הבריאותיות הנ"ל. רוב החוקרים מסכימים שאפשר להצביע על קשר חלש בין רעש אינפרה-קולי לכאבי ראש ולחוסר נוחות, אך חלק מהחוקרים טוענים כי התופעות החמורות יותר המיוחסות לטורבינות רוח נגרמות ממקור פסיכולוגי ולא מרעש או ריצוד. דיווחים על הוכחת הקשר במתודות מדעיות נענים בדרך כלל בביקורת על היבטים של אופן ביצוע המחקר.

- פאנלים מדעיים שסקרו בשנים האחרונות מחקרים בנושא הסיקו שכעת אי-אפשר להוכיח או לפסול את מכלול הטענות הנוגעות לטורבינות ושיש צורך במחקר נוסף.

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

- ברוב המדינות שנסקרו במסמך זה הרעש המותר נע בין 35 דציבל ל-50 דציבל, בתלות בשעת היום ובמהירות הרוח.

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

### • השפעות על הסביבה:

- 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, שנקבע במסגרת משטר ההפעלה שלהן. תנועת הטורבינה מופסקת כאשר מזוהה ציפור מזן הנתון בסכנה בסמוך לה, באמצעות תצפיתנים ומערכות ממוחשבות.
  - אמצעי נוסף, המפחית את הפגיעה בעטלפים, הוא הפעלת הטורבינה רק ממהירות רוח מסוימת ומניעת הטורבינה מתנועה במהירות נמוכה ממנה, היות שעטלפים פעילים בדרך כלל רק ברוח חלשה.
  - ברוב המדינות קביעת ההנחיות המדויקות בנושא ובחינת התוכניות נעשות במוסדות תכנון מקומיים ועל ידי השלטון המחוזי או המקומי, ולעיתים כל מיזם אף נבחן לגופו.
  - נוסף על השפעות אלו מובא במסמך מידע על אופן האישור של תכנון טורבינות רוח במדינות שונות ועל דרכים לשיתוף הציבור בתהליך התכנון והבנייה ולפיצוי תושבים בקרבת מקום.
- יש לציין כי מסמך זה מתמקד בטורבינות גדולות המוקמות ביבשה (onsshore) ואינו כולל מידע על טורבינות קטנות או כאלו המוקמות בים (offshore).

## 1. רקע

הביקוש לחשמל בישראל הולך וגדל עם השנים: בשנים 2005–2015 גדל הביקוש לחשמל ב-3% מדי שנה בשנה.<sup>1</sup> חשמל מופק בתחנות כוח, המשתמשות בשיטות שונות לייצור חשמל. רוב החשמל בישראל מופק באמצעות מקורות לא מתחדשים – שרפת **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 סולרית או אנרגיית רוח (באמצעות טורבינות רוח, שבהן עוסק מסמך זה).<sup>2</sup>

ככלל, הפקת חשמל מאנרגיות מתחדשות נחשבת, מבחינה סביבתית ובריאותית, שיטה עדיפה משימוש במקורות לא מתחדשים, שכן שריפת דלקים כגון פחם וסולר פולטת גזי חממה וחומרים אחרים שמוזהמים את האוויר ופוגעים בבריאות. עם זאת, גם **להפקת חשמל מאנרגיות מתחדשות עלולות להיות תופעות לוואי שליליות**. אנשים המתגוררים בסמוך לטורבינות מתלוננים על תופעות בריאותיות למיניהן, ופעולת הטורבינות עלולה לפגוע בסביבה בכמה דרכים. מידע נוסף על הגורמים האפשריים לתופעות אלו ועל הסדרתם במדינות שונות יובא בהמשך. נוסף על ההיבטים שנדונים במסמך זה, אפשר לציין היבטים נוספים של אפשרות ההקמה וכדאיות השימוש של טורבינות רוח, ובכלל זאת חסמים להקמת טורבינות עקב התנגדות מצד משרד הביטחון והתנגדות מטעמים של פגיעה בנוף, שאלות בנוגע לוודאות התכנונית ובנוגע לתעריף הניתן עבור החשמל המיוצר ועלויות אחרות.<sup>3</sup> יש מקום להעמקה נפרדת בנושאים אלו.

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

<sup>2</sup> חטיבת המחקר של בנק ישראל, **התפתחות משק החשמל בישראל – לקראת משק חשמל בר קיימא**, ספטמבר 2017, עמ' 4.

<sup>3</sup> נושאים אלו ואחרים עלו בדיונה של ועדת המשנה של ועדת המדע והטכנולוגיה לקידום טכנולוגיות לאנרגיה מתחדשת – פיקוח ומעקב אחר יישום החלטות ועידת פריז, **חסמים לקידום טכנולוגיות להפקת חשמל לאנרגיית רוח**, מיום 18 בינואר 2017.



## 1.1. קידום השימוש באנרגיית רוח בעולם

קידום השימוש באנרגיה ממקורות מתחדשים נחשב לנושא עיקרי בקרב ארגונים בין-לאומיים. אחד מיעדי האו"ם לפיתוח בר קיימא (sustainable development goals) הוא "הבטחת גישה לאנרגיה זמינה, אמינה, מודרנית ומתחדשת לכול".<sup>4</sup> יעד זה נוגע לאנרגיה מתחדשת בכלל ולאו דווקא לרוח. גם לדעת ארגון ה-OECD, פיתוח של אנרגיה מתחדשת, ובכלל זאת אנרגיית רוח, הוא כלי להפחתת פליטת גזי חממה ולחיזוק כלכלת המדינות החברות בארגון.<sup>5</sup>

מדיניות השימוש באנרגיה מתחדשת באיחוד האירופי מתבססת על הדירקטיבה לאנרגיה מתחדשת משנת 2009. בדירקטיבה נקבע יעד למדינות האיחוד, והוא שעד שנת 2020 אנרגיה ממקורות מתחדשים תהווה 20% משוק האנרגיה בכל מדינה, וכל מדינה נדרשה להכין תוכנית למימוש יעד זה.<sup>6</sup> בשנת 2017 עודכן היעד, במסגרת ההתחייבויות של האיחוד האירופי לקראת ועידת פריז, ל-27% משוק האנרגיה עד 2030.<sup>7</sup> לפי דיווח של נציבות האיחוד מפברואר 2017, מספר טורבינות הרוח במדינות אירופה גדל פי ארבעה בשנים 2004–2015, ואנרגיה שמקורה ברוח מהווה כשליש מהאנרגיה ממקורות מתחדשים באיחוד. המדינות הבולטות בפריסת תשתיות של טורבינות רוח יבשתיות היו גרמניה וספרד.<sup>8</sup> יש לציין כי באיחוד האירופי עיקר ההסדרה הנוגעת לנושא – ובכלל זאת הסדרה בנוגע לטורבינות רוח – נעשית ברמה הלאומית.

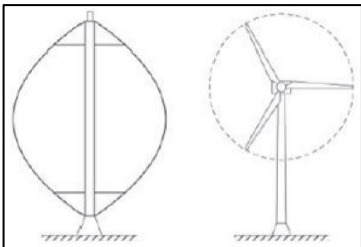
## 2. היבטים טכנולוגיים של טורבינות רוח

טורבינות רוח משמשות לייצור חשמל באמצעות ניצול הרוח להנעת להבי הטורבינה. בתנועתם הלהבים מפעילים גנרטור בגוף הטורבינה. פעולה זו דומה לאופן ייצור החשמל בתחנות כוח המופעלות בדלק פוסילי, שבהן טורבינה מונעת באמצעות שרפת דלק (פחם, נפט או גז) המניע את הטורבינה באופן ישיר או מחמם קיטור המניע את הטורבינה. טורבינת רוח אינה תלויה בשרפת דלק פוסילי, ולכן ייצור חשמל

באמצעותה נחשב ידידותי לסביבה – הוא אינו מוסיף על זיהום הסביבה ואינו פולט גזי חממה, שהם אחד הגורמים להתחממות הגלובלית.

אפשר לחלק טורבינות לפי כיוון הציר בהן:<sup>10</sup>

- **טורבינות בעלות ציר אופקי (HAWT):** טורבינות אלו דומות למאוורר – יש להן כמה להבים המותקנים נגד כיוון הרוח (במאונך



תמונה 1: טורבינה בעלת ציר אופקי (מימין) וטורבינה בעלת ציר אנכי (משמאל)<sup>9</sup>

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

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

<sup>6</sup> [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.](#)

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

<sup>8</sup> 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.

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

<sup>10</sup> U.S. Department of Energy, [How a Wind Turbine Works](#), retrieved on October 19, 2017.



לקרקע), ומסתובבים על ציר אופקי. על מנת לנצל את מבנה הלהבים, יש לכוון טורבינה בעלת ציר אופקי כך שתפנה אל הרוח.

• **טורבינות בעלות ציר אנכי (VAWT):** טורבינות אלו בנויות מציר אנכי המוקף להבים אנכיים. הן נפוצות פחות מטרבינות בעלות ציר אופקי, מכיוון שהן פיתוח טכנולוגי מאוחר יותר וככל הנראה הן מפיקות פחות חשמל (בין היתר מכיוון שהן מוקמות צמוד לקרקע, היכן שהרוח חלשה יותר מזו הנושבת בגובה רב).<sup>11</sup> מצד אחר, הן דורשות פחות שטח לפעולתן ואין צורך להתאים אותן לכיוון הרוח. רוב הטרבינות המשמשות להפקת חשמל באופן מסחרי הן טורבינות בעלות ציר אופקי, הנחשבות לבעלות הספק גבוה יותר לשעה.<sup>12</sup> בדרך כלל מוקמות כמה טורבינות במתחם הנקרא **חוות רוח** או חוות טורבינות. מספר הטרבינות בחווה עשוי להגיע לעשרות רבות.

אפשר להקים טורבינות רוח בים (offshore) או ביבשה (onshore). טורבינות מוקמות בים כדי לנצל את מהירות הרוח הגבוהה יותר שם וכן כדי להפחית את השפעת הטרבינות על תושבים, העלולים להתנגד להקמתן. מנגד, ההקמה והתחזוקה של טורבינות כאלה יקרות ומורכבות יותר. מסמך זה מתמקד בטרבינות המוקמות ביבשה, היות שאין בישראל טורבינות בים.<sup>13</sup>

מאפיינים רבים בעיצוב הטרבינה משפיעים על פעולתה. למשל, אפשר להתקין מספר כזה או אחר של להבים, במגוון צורות ואורכים. גם היחס בין גובה העמוד ובין אורך הלהבים ניתן לבחירה. מאפיינים אלו עשויים להשפיע על יעילות הטרבינה: עוצמת הרוח הנדרשת לסיבוב הלהבים, מהירות הסיבוב ועוד. הם עשויים להשפיע גם על הרעש שהטרבינה מחוללת.

המגמה בשנים האחרונות היא שימוש בטרבינות גדולות יותר, בעלות להבים גדולים יותר, המייצרות חשמל רב הרבה יותר. טורבינות גבוהות נחשבות יעילות יותר ועשויות לנצל רוחות גבוהות יותר, גם במקומות שבהם לא נושבת רוח סמוך לפני השטח. לדוגמה, לפי נתוני משרד האנרגיה של ארצות הברית, הגובה הממוצע של הטרבינות עלה משנת 2000 מכ-95 מ' לכ-140 מ' בשנת 2016, וכמחצית מהטרבינות הן בעלות להבים שאורכם רב מ-110 מ'.<sup>14</sup> יש לציין כי אין חובה שכל הטרבינות בחוות טורבינות יהיו מאותו סוג או באותו גודל. לפי נתוני משרד האנרגיה של ארצות הברית, למשל, בשנת 2016 הייתה מגמה

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

<sup>12</sup> כוח חשמלי נמדד ביחידות וואט (W). קילו-וואט (קו"ט או kW) הם אלף וואט, ומגה-וואט (מגו"ט או MW) הם אלף קו"ט. הספק של מכשירים חשמליים הוא צריכת החשמל שלהם לשעה. 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 בכל שעה של פעילות במהירותה המרבית אנרגיה חשמלית המספיקה להפעלת מכשירים בהספק כולל של 500 קו"ט למשך שעה. הספקת החשמל של המדינה נמדדת בדרך כלל במגו"ט – הספק החשמל שנוצר במדינה בשעת עבודה בתפוקה המרבית. ראו [Danish Wind Industry Association, Wind Energy Reference Manual Part 2: Energy and Power Definitions](#), retrieved on November 23, 2017; רשות החשמל, [מילון מונחים](#), תאריך כניסה: 23 בנובמבר 2017.

<sup>13</sup> בשנת 2002 פורסם דוח על בחינת ההיתכנות של הקמת חוות רוח בים, שנעשתה לבקשת משרד התשתיות הלאומיות. בדוח נקבע כי הקמת חוות רוח בים אינה כדאית בעת ההיא ושיהיה מקום לשקול זאת שוב לנוכח מידע מטאורולוגי חדש ושינוי במגמות הכלכליות. מאז פרסום הבחינה לא השתנה מצב זה. ראו: מוסד שמואל נאמן, [בחינת ההיתכנות 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 כמה שנים ואי-הכדאיות עומדת בעינה. ד"ר גדעון פרידמן, מנהל תחום טכנולוגיות ואנרגיות מתחדשות, משרד האנרגיה, פגישה, 29 בנובמבר 2017.

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



להקים חוות רוח שבהן טורבינות בגבהים שונים, במטרה לנצל ביעילות רבה יותר את משטר הרוחות באזור.<sup>15</sup>

### 3. היבטים בריאותיים של הפעלת טורבינות רוח והסדרתם בכמה מדינות

כאמור, לפעולתן של טורבינות רוח מיוחסות השפעות על בריאות הציבור, והן מפורטות בהמשך פרק זה.<sup>16</sup> ראשית יוצג השיח המתנהל בעולם המחקר על השפעתן הבריאותית של טורבינות רוח ולאחר מכן יתוארו הגורמים העיקריים המוזכרים כבעלי השפעה על הבריאות, ולצידם נתונים על המגבלות המוחלות עליהם בכמה מדינות. בחלקו האחרון של המסמך יובא תקציר של מידע זה לצד מידע דומה מישראל.

#### מגבלות הסקירה:

- יש להדגיש כי מהסקירה עולה שהסדרה של הקמת טורבינות רוח נעשית במרבית המקרים ברמה המקומית (ברמת המחוז או העיר וכדומה). לכל מקום מגוון מאפיינים משלו (למשל צפיפות האוכלוסין, גודל האוכלוסייה, מזג האוויר, משטר הרוחות, אוכלוסיית בעלי החיים) ואין מודל מוסכם ומומלץ של התנהלות נכונה ברמת המדינה.
- המידע בהמשך מסמך זה נועד להציג גישות מגוונות בנוגע להיבטים הבריאותיים של הפעלת טורבינות רוח ולא לתאר את כל האפשרויות המיושמות בעולם או להכריע בנוגע למודל "נכון". המדינות שנסקרו במסמך זה הן, על פי רוב, כאלה שבהן נעשה שימוש רב בטורבינות – לדוגמה דנמרק, גרמניה, בריטניה (ובפרט סקוטלנד) ואירלנד, וכן מדינות שבהן מוחלת מדיניות שעשויה לתרום לדין בנושא או שהמידע בנושא היה נגיש בהן (למשל מדינת מיין שבארצות הברית).
- תשומת לב מיוחדת ניתנה במהלך הכתיבה לטענות בדבר מגמות בעד הקמת טורבינות ונגד הקמתן במדינות שונות. ככלל, לא מצאנו ראיות לשינויי מגמה במסמכים רשמיים ובמחקרים, אולם אי-אפשר להעריך אם שינויים כאלה אכן מתרחשים ובאיזו מידה. המסמך מציג תמונת מצב עדכנית ככל האפשר, וכאשר נמצא מידע על שינוי מדיניות – מידע זה מוצג.

#### 3.1 "תסמונת טורבינות רוח": מצב המחקר והמחסור במידע מהימן

במשך השנים התפרסמו עדויות רבות של תושבים המתגוררים בסמוך לטורבינות על תופעות גופניות ונפשיות דומות: בין היתר, התפרסמו תלונות סובייקטיביות על כאבי ראש, בעיות שינה, סחרחורת, בעיות ריכוז, טינטון (שמיעת רעש קבוע בלא מקור חיצוני) וקשיים נפשיים (דיכאון, חרדה, תשישות וכעס). הופעה של לפחות כמה מסימפטומים אלו וקשירתם להימצאות טורבינות בקרבת מקום מכונה תסמונת טורבינות רוח (Wind Turbine Syndrome).<sup>17</sup> מונח זה התפרסם בעקבות ספרה של ד"ר נינה פירפונט (Pierpont) *Wind Turbine Syndrome: A Report on a Natural Experiment*. בספר מיפתה פיירפונט תסמינים

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

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

<sup>17</sup> Amir Farboud, Rosa Crunkhorn and Aaron Trinidad, ["Wind Turbine Syndrome": Fact or Fiction?](#) *Journal of Laryngology & Otology* 127(3), 2013.





שעליהם דיווחו אנשים שהתגוררו בסמוך לטורבינות והצביעה על קשר אפשרי בין הטורבינות לתסמינים. יש דיווחים נוספים המצביעים על מידה כלשהי של קשר בין טורבינות רוח לבריאות הציבור, ולעיתים נעשה בהם שימוש בשיח הציבורי בעניין הקמת טורבינות.<sup>18</sup>

יש לציין כי על ספרה של פיירפונט, כמו גם על דיווחים אחרים בנושא, נמתחה ביקורת מצד חוקרים אחרים, שפקפקו בשיטות שננקטו ובמהימנות המחקרית של התוצאות שהוצגו (למשל, נטען שהמחקר לא עבר שיפוט עמיתים אקדמי ופורסם באופן עצמאי, שהפרסום מוטה ומכוון לשמש כלי במאבק ציבורי, שמספר הנבדקים היה קטן מדי, שלא היו קריטריונים ברורים לבחירתם ושדיווחיהם הושפעו ממטרת המחקר, שלא הוסתרה מהם).<sup>19</sup> מאמרים העוסקים בטורבינות ומפורסמים בכתבי עת מדעיים שבהם נהוג שיפוט עמיתים מציגים את ההשפעות של הטורבינות באופן זהיר יותר (או שאינם מוצאים כל קשר בין הטורבינות ובין התופעות) ומציגים את המחקרים התומכים בטענה בדבר קיום ה"תסמונת" כ"ספרות אפורה", שאינה עומדת לכאורה בסטנדרטים של כתבי העת המדעיים.<sup>20</sup> מנגד, בקרב התומכים בטענה בדבר קיומן של בעיות רפואיות כמו התסמונת ומחלות אחרות הקשורות לטורבינות, נטען בין היתר שהחוקרים המבטלים את הטענות בדבר התסמונת והתסמינים עלולים להיות מוטים לטובת תעשיית הטורבינות בשל סיבות כלכליות או אידאולוגיות.<sup>21</sup> לפחות גוף מחקרי אחד (משרד הבריאות במדינת מיין בארצות הברית) הסכים כי במחקרים של גורמי ממשל יש הטיה להעדפת פרסומים ממשלתיים אחרים ומחקרים בעלי גיבוי מבוסס.<sup>22</sup>

טענה שהועלתה בנושא זה היא שמקור הסימפטומים הוא פסיכולוגי (תופעה הידועה בשם נוסבו – nocebo): הציפייה להשפעות בריאותיות (בשל מגורים בסמוך לטורבינות) מביאה לידי זיהוי שלהן בקרב התושבים.<sup>23</sup> למשל, בניסוי שנערך בנושא, אנשים שנחשפו לקול בתדירות נמוכה ואנשים שלא נחשפו לו חוו את אותם סימפטומים, בהתאם לציפיות שלהם.<sup>24</sup> חשוב לציין שאף על פי שהטענה שמקור הסימפטומים הוא פסיכולוגי עלתה בכמה מחקרים אין הסכמה מלאה בקהילה המדעית בשאלת קיומה

---

<sup>18</sup> ראו סקירות של מחקרים אלו: SP Interface, השפעות טורבינות רוח על הבריאות והסביבה: הוכן עבור החברה להגנת הטבע, מרס 2016, עמ' 9–10; חגית 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.

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

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

<sup>21</sup> ראו למשל: Jerry L. Punch and Richard R. James, Wind Turbine Noise and Human Health: A Four-Decade History of Evidence that Wind Turbines Pose Risks, September 2016, pp. 4-5; Simon Chapman, Ketan Joshi and Luke Fry, Fomenting Sickness: Nocebo Priming of Residents about Expected Wind Turbine Health Harms, *Frontiers in Public Health* 2, 2014.

<sup>22</sup> 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.

<sup>23</sup> G. James Rubin, Miriam Burns and Simon Wessely, Possible Psychological Mechanisms for "Wind Turbine Syndrome" – On the Windmills of your Mind, *Noise & Health* 16(69), 2014; Renzo Tonin, James Brett and 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.

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



של השפעת הטורבינות על בריאות האדם, כמו בדיון הציבורי בסוגים אחרים של חשיפה סביבתית (כגון קרינה אלקטרומגנטית ומשדרי Wi-Fi).<sup>25</sup>

חוסר ההסכמה המחקרית על טיב הקשר בין הטורבינות לבין התופעות הבריאותיות המיוחסות להן גורם לקושי בקביעת מדיניות סביבתית מבוססת ידע. בשל כך, מקבלי החלטות במדינות בעולם נוקטים, ככלל, מדיניות של זהירות מונעת: מדיניות מגבילה, המונעת חשיפה לסיכונים לא ידועים או מוטלים בספק, לצד הדגשת הצורך במחקר נוסף לשם יישוב הסוגיה. להלן שתי דוגמאות למידע המוצג לממשלה, שהובא בשני דוחות מקיפים שנערכו על ידי ממשלות זרות:

- בוועדה של הסנאט האוסטרלי בנושא עלו עדויות על תופעות דומות מאנשים שהתגוררו ליד טורבינות רוח במקומות שונים (בפרט דיווחים הקושרים בין התופעות לרעש בתדירות נמוכה במיוחד, כמוסבר בהמשך מסמך זה). בעקבות זאת המליצה הוועדה על חקיקה שתחייב הקמת ועדה מדעית עצמאית לחקר ההשפעה הבריאותית של רעש בענפי תעשייה שונים (ובכלל זאת השפעת הרעש על העובדים ועל הציבור), ובפרט רעש מטורבינות רוח. עוד המליצה הוועדה להגדיר תקן לרעש על סמך עבודת הוועדה המדעית.<sup>26</sup>

- צוות חוקרים שפעל לבקשת משרד הבריאות של קנדה סקר את המחקרים בנושא והגיע למסקנות האלה: הסקירות אכן מצביעות על השלכה בריאותית מסוימת; נמצא קשר סיבתי בין חשיפה לרעש מטורבינות לבין עצבנות, וקשר מוגבל בין הרעש לבעיות שינה, אולם לא נמצא קשר בין הרעש לבעיות שמיעה ולא נמצאו ראיות מספיקות כדי להצביע על קשר בין הרעש לבין מתח, עייפות, טינטון, ורטיגו, סחרחורת ועוד. הצוות הצביע על צורך במחקר נוסף ועל פערים בידע הקיים.<sup>27</sup>

דוגמאות למדיניות שנקטה במדינות השונות מובאות בהמשך פרק זה, בחלוקה לפי מקורות הנזק האפשריים.

## 3.2. רעש בתדירות רגילה ובתדירות נמוכה<sup>28</sup>

### 3.2.1. רקע

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

<sup>25</sup> לדוגמאות ראו רועי גולדשמידט ושירי 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.

<sup>26</sup> Senate of Australia, Select Committee on Wind Turbines: Final Report, August 2015, pp. xv-xviii, 11-13.

<sup>27</sup> Council of Canadian Academies, Understanding the Evidence: Wind Turbine Noise, April 2015, pp. xiv-xix.

<sup>28</sup> רעש נחשב לעיתים למפגע גם בתחומים אחרים נוסף על בריאות, למשל כגורם לפגיעה בסביבה או באיכות החיים. עם זאת, הדיון על הרעש בפרק זה הוא כהיבט בריאותי בלבד.

<sup>29</sup> World Bank Group, Environmental, Health, and Safety Guidelines: Wind Energy, August 7, 2015, pp. 4-6.



- עוצמת רעש נמדדת בדציבלים (dB), ומדידת הרעש באופן המחקה את האוזן האנושית מבוצעת ביחידות דציבל מותאם-A, שסימן הוא dB(a).<sup>30</sup>
- נוסף על הרעש הרגיל הנוצר מפעולת הטורבינות, הן יוצרות גם רעש בתדירות נמוכה, שנמצא, ככלל, מחוץ לטווח השמיעה של מרבית האנשים, ובכלל זאת רעש בתדירות נמוכה במיוחד (פחות מ-20 הרץ), המכונה לעיתים אינפרא-קול (infrasound). רעש בתדירות נמוכה ונמוכה במיוחד מכונים לעיתים בספרות המדעית (Infrasound and Low Frequency Noise) IFLN. מדידת רעש בתדירות נמוכה נעשית בשקלול דציבלים שונה מזה של רעש רגיל – דציבל מותאם-G, שסימנו dB(g).<sup>31</sup>
- אין הסכמה רחבה על היקף ההשלכות הבריאותיות של רעש בתדירות נמוכה. לכל היותר, אפשר לומר שיש הסכמה יחסית על קשר חלש, הדורש בירור נוסף, בין רעש בתדירות נמוכה להפרעות שינה ולחויית טרדה מתמשכת, הגורמת לכעס וחוסר סבלנות.<sup>32</sup> 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 בבריאות בהיקף שמתואר בתלונות תושבים, אלא על קשר לתופעות כגון פגיעה באיכות החיים וקשר מוגבל לקשיי שינה. הטענה שהתקבלה בפאנלים אלו היא שמידת האינפרא-קול שמיוצרת על ידי טורבינות נחשבת חלשה מכדי להשפיע, כל עוד הטורבינה נמצאת במרחק שמונע רעש רגיל – רעש בתדירות נשמעת. למרות זאת, גם במדינות אלו ננקט עקרון הזהירות המונעת וטענות התושבים נבחנות.<sup>33</sup>
- מאמר שסקר מחקרים בנושא הרעש מטורבינות מצא קשר בין רעש כזה לפגיעה באיכות החיים בשל תחושת עצבנות וקשיי שינה שעליהם דיווחו תושבים. עם זאת, מידת הקשר לא הייתה ברורה והמחקר עמד על קשיים בהסקת מסקנות בהקשר זה, בשל מחלוקות מחקריות כאלה ואחרות, בהן חוסר הסכמה על התגובה של האוזן הפנימית לרעש קצבי, על טיבה וגודלה של האוכלוסייה הנדגמת במחקרים שונים ואף על היכולת להבדיל בין רעש הנגרם מטורבינות הרוח ובין רעש הרוח עצמה.<sup>34</sup>
- השפעה נוספת של רעש בתדירות נמוכה היא יצירת ויברציות בגוף האדם, העלולות לגרום לתחושת חולי. זאת ועוד, צוות חוקרים מפורטוגל טוען זה כמה שנים שמי שנחשפים לאינפרא-קול בכמות גדולה עלולים ללקות במחלה ויברו-אקוסטית (VAD), הגורמת בין היתר להתעבות דפנות של כלי דם ותאים אחרים, והדבר מגדיל את הסיכון ללקות במחלות אחרות.<sup>35</sup> טענת-הנגד לחוקרים אלו הייתה

<sup>30</sup> 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.

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

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

<sup>33</sup> ראו פרק 3.1 וכמו כן: U.S. Department of Energy, [Wind Vision: A New Era for Wind Power in the United States](#); 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

<sup>34</sup> 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.

<sup>35</sup> Mariana Alves-Pereira and 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-](#)



שהקשר בין טורבינות רוח למחלה זו לא הוכח על ידי גורמים רפואיים מחוץ לאותו צוות חוקרים ושמחקרו של אותו צוות נפוץ באינטרנט ללא ביסוס אחר וחיזק את אפקט הנוסבו. במהלך כתיבת מסמך זה נמצאו עדויות מעטות בלבד בנושא זה בפרסומים מחקרניים מבוססים.<sup>36</sup>

• לפי מחקר של מודלים תיאורטיים, פעולתה של טורבינת רוח גדולה עשויה לגרום ל-מיקרו-רעידות שניתן למדוד באמצעות ציוד סיסמוגרפי במרחק 15 ק"מ ממנה, ושעלולות לגרום לחוסר נוחות (במחקר לא צוין המרחק שבו חוסר הנוחות עשוי להיווצר).<sup>37</sup> מבחינה תיאורטית, ויברציה כזו עלולה להדהד בחללים סגורים ולהשפיע יותר דווקא על אנשים השוהים בחלל סגור, שאמור לכאורה להיות בטוח יותר מרעשים.<sup>38</sup> לפי נציגת משרד הבריאות, עד כה אין עדויות מספקות על התופעה, שמבוססות על מחקרים רפואיים.<sup>39</sup>

### 3.2.2. מדיניות בנושא הרעש

כפי שמוצג בהמשך, הטיפול בגורמי רעש נעשה באמצעות קביעת רף רעש מותר לשעות מסוימות. במרבית המקרים חלות על הטורבינות מגבלות הרעש הכלליות, החלות גם על גורמי רעש אחרים. המגבלות חלות על רעש ברף הנשמע ולא על אינפרה-קול, אם כי לעיתים נטען כי אכיפת הרף על הרעש הנשמע תמנע גם רעש אינפרה-קולי. כאשר יש המלצות מיוחדות לאינפרה-קול, יצוין הדבר בנפרד. בכמה מדינות מידת הרעש מכתובה קביעת מרחק מינימלי בין הטורבינות לאזורי מגורים. מידע נוסף על קביעת מרחק ניתן בהמשך מסמך זה. יש לציין כי המדיניות של כל מדינה מושפעת ממאפייני המדינה, כגון שטחה, צפיפות האוכלוסייה בה, המרחק האפשרי בין הטורבינות לאזורי מגורים, התלות באופנים שונים של ייצור אנרגיה ועוד. הפתרון המועדף במדינה אחת אינו בהכרח ישים במדינה אחרת.

---

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

<sup>36</sup> Simon Chapman and 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.

<sup>37</sup> 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.

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

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



יש לציין כי כמו בישראל,<sup>40</sup> בכל המדינות שנבדקו (יש צורך בתסקיר השפעה על הסביבה **EIA, Environmental Impact Assessment**) לפני ההקמה של חוות טורבינות. היקף התסקיר משתנה ממדינה למדינה, אולם ככלל, הוא כולל סקירה טופוגרפית ובדיקות של היטל ריצוד ורעש בשעות שונות, ההשפעה על בעלי חיים (ובכלל זאת בעלי כנף), קרבה לתשתיות אחרות ולנתיבי טיסה והשלכות על הנוף ועל אתרים חשובים (כגון אתרי מורשת). הצורך בבדיקת כל מקרה לגופו נובעת מקיומם של מאפיינים מיוחדים של כל מקום בתחומים לעיל.<sup>41</sup>

להלן מידע על המדיניות בנושא רעש בארגון הבריאות העולמי ובמדינות בעולם:

- ככלל, בתקנות הרעש במרבית המדינות שנסקרו מדידות רעש הסתמכו על dB(a), כלומר רעשים בטווח התדירויות הנשמע, ולא נדרשת מדידה נפרדת של dB(g), כלומר מדידה של רעשים בתדירות נמוכה.
- ארגון הבריאות העולמי (WHO) לא פרסם הנחיות נקודתיות בנוגע לרעש מטורבינות רוח. עם זאת, המשרד האירופי של הארגון פרסם כי הוא שוקד על הכנת הנחיות חדשות בנוגע לרעש, שיעסקו גם בנושא הטורבינות.<sup>42</sup> ככלל, ועל פי עקרון הזהירות המונעת, המליץ הארגון בשנת 2009 על רמת רעש מרבית של 40 dB(a) בעיר מחוץ למבנים במהלך הלילה.<sup>43</sup>
- בגרמניה נקבע בתקנות פדרליות כלליות למניעת רעש כי מידת הרעש המותרת באזור מגורים (הנמדדת מחוץ למבנה) היא 45–70 dB(a) ביום ו-35–50 dB(a) בלילה, ובמקרים מיוחדים מותר לחרוג לזמן קצר ממגבלה זו ב-20–30 dB(a).<sup>44</sup> כמה מהמדינות שבתוך גרמניה קובעות מרחקים מינימליים בין טורבינות לאזורי מגורים שנועדו לשמור על רמת רעש נמוכה. במחוז באדן-וירטמברג, למשל, הונהג בשנת 2012 מרחק ביטחון של 700 מ', אשר אמור לשמור על רמת רעש נמוכה מ-40 dB(a).<sup>45</sup>
- 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.<sup>46</sup> על רעש בתדירות נמוכה במיוחד יש מגבלה ייעודית, שלפיה בתוך מבנה רמת

<sup>40</sup> נושא התסקיר מוסדר בישראל במסגרת תקנות התכנון והבנייה (תסקירי השפעה על הסביבה), התשס"ג-2003.

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

<sup>42</sup> World Health Organization: Regional Office for Europe, Development of WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region, retrieved on November 20, 2017.

<sup>43</sup> 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.

<sup>44</sup> Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm), section 6.1. (in German)

<sup>45</sup> Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Frequently Asked Questions About Wind Energy and Noise: Allegations and Facts, November 2016, p. 17.

<sup>46</sup> 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 20 dB(a)<sup>47</sup>. יש לציין כי תקנות אלו חלות על הרעש הכולל ולא על רעש של טורבינה אחת, ולכן במדידת השפעתה של טורבינה חדשה יובאו בחשבון גם טורבינות קיימות ומקורות רעש אחרים באזור.

משנת 1997 ואילך 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 ובמשרדים ו-35 בחדרים אחרים. בהמלצה נכללות גם מידות נפרדות לאינפרה-קול: המלצה כללית על 85 dB(g), ועד 90 dB(g) בחדרים שאינם משמשים למגורים, משרדים או הוראה.<sup>48</sup> יש לציין כי בפרסומי המשרד להגנת הסביבה העוסקים במדידת הרעש מטורבינות רוח נזכר נושא האינפרה-קול אך מצוינות רק מדידות ב-dB(a) ולא ב-dB(g), המדידה הייעודית לאינפרה-קול.<sup>49</sup>

- הסוכנות להגנת הסביבה בשבדיה קבעה מגבלה של 40 dB(a) לרעש מטורבינות רוח באזורי מגורים (מחוץ למבנים) ו-35 dB(a) במקומות שבהם נשמרת רמת רעש נמוכה יותר, כגון חופי ים ופארקים.<sup>50</sup>
- במדינת מיין שבארצות הברית חוות רוח בעלת יכולת ייצור של יותר מ-100 קו"ט נדרשת לעמוד במגבלות הרעש האלה:

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

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

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

- בבריטניה אין הנחיה ברמת המדינה הנוגעת למרחק של טורבינות מיישובים (בשנת 2012 הוגשה הצעת חוק לכונן מרחק מינימלי, אך לא התקבלה).<sup>51</sup> ההמלצה בהנחיות התכנון היא רמת רעש של 5 dB(a) מעל רעש הרקע הקיים, ועד 43 dB(a) בלילה, ומגבלה מחמירה יותר – 40–35 dB(a) – באזורים שקטים יותר מלכתחילה.<sup>52</sup> במסמך תכנון סביבתי משנת 2004 ניתנה דוגמה של 350 מ' כמרחק מקובל בין טורבינות שכבר הוקמו למקום מגורים. במרחק כזה נוצר רעש ברמה של 35–45 dB(a).<sup>53</sup>
- באירלנד נעשה כיום תהליך של ניסוח הוראות חדשות, ובהמלצות נכללת מגבלה חמורה יותר: מידת הרעש המותרת על פיהן היא עד 43 dB(a) בכל שעות היממה, ואם יימצאו רעשים מסוגים אחרים

---

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

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

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

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

<sup>51</sup> House of Commons Library, [Planning for Onshore Wind](#), July 2016, pp. 12-13.

<sup>52</sup> Department of the Environment, [Best Practice Guidance to Planning Policy Statement 18: Renewable Energy](#), August 2009, p. 23.

<sup>53</sup> House of Commons Library, [Wind Farms – Distance from Housing](#), November 2010, p. 3.



(כגון רעש בתדירות נמוכה) אפשר להטיל מגבלות מחמירות יותר. במקרים של חריגה מהמגבלות יכובו הטורבינות עד שיהיה אפשר להבטיח שהן יעמדו במגבלות הרעש.<sup>54</sup>

• בצרפת פורסמה בשנת 2011 הוראה ייעודית בנוגע לרעש מטורבינות רוח, המגדירה אותן "מתקנים להגנת הסביבה", שרשאים לחרוג ממגבלות הרעש המקובלות. לפי ההוראה, רמת הרעש באזור מגורים מוגבלת ל-35 dB(a), אולם לטורבינות רוח מותר לחרוג מכך ב-5 דציבל בשעות היום ו-3 דציבל בשעות הלילה (כלומר להגיע עד 40 dB(a) בשעות היום ועד 38 dB(a) בשעות הלילה). באזורים שבהם מגבלת הרעש גבוהה יותר מבאזור מגורים, מותר לחרוג באותו מספר דציבלים, עד ל-70 dB(a) ביום ועד 60 dB(a) בלילה.<sup>55</sup>

• בהולנד פורסמו בשנת 2007 מגבלות על פעילויות סביבתיות, ובכלל זאת על זיהום רעש. רעש מטורבינות רוח מוזכר בנפרד בפרסום, והמגבלה עליו היא עד 41 dB(a) בלילה ועד 47 dB(a) ממוצע ביממה. הרשויות המקומיות רשאיות להחיל מדיניות אחרת לאחר דיון בכל מקרה לגופו.<sup>56</sup>

• באונטריו שבקנדה אסור להקים חוות טורבינות במרחק קטן מ-550 מ' ממי שעלול להיפגע מהרעש, כאשר המתקן מייצר יותר מ-50 קו"ט ועוצמת הרעש הנוצר גבוהה מ-102 dB(a) או כאשר גובה הטורבינה (ללא הלהבים) הוא 70 מ' ומעלה.<sup>57</sup>

מגבלת הרעש המותרת היא פועל יוצא של מקום החווה ומהירות הרוח, וככלל, הטווח המותר הוא 40–51 dB(a), כמפורט בלוח להלן:

לוח 1 : מגבלת הרעש המותר לפי מהירות הרוח וייעוד האזור, אונטריו, 2016<sup>58</sup>

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

\* אם חוות הרוח פועלת רק במהלך היום או אם המבנים בשטחה פועלים רק במהלך היום, אפשר להחיל עליה את אותן מגבלות החלות על שטח עירוני.

<sup>54</sup> 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.

<sup>55</sup> [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).

<sup>56</sup> Edwin Nieuwenhuizen and 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).

<sup>57</sup> [O. Reg. 359/09: Renewable Energy Approvals under Part V.0.1 of the Environmental Protection Act](#), subsection 54(1).

<sup>58</sup> Ontario Government, [Noise Guidelines for Wind Farms](#), May 2016, section 5.1.



במקרה שיש מי שעלול להיפגע מהרעש במרחק של 1.5 ק"מ מחוות הטורבינות יש לנתח את רמת הרעש במקומות שונים באזור. ניתוח כזה יתפרס על שטח גדול יותר – רדיוס של 5 ק"מ.<sup>59</sup>

- באוסטרליה הנושא מוסדר בנפרד בכל מדינה. להלן שתי דוגמאות:
  - במדינת דרום אוסטרליה, מגבלת הרעש המקובלת לאזור כפרי היא 35 dB(a) ו-40 dB(a) באזור אחר, או 5 dB(a) מעל רמת הרעש המותרת ממקורות שאינם טורבינות.<sup>60</sup>
  - במדינת קווינסלנד, הנחיות משנת 2017 מבדילות בין קרקעות בבעלות בעלי הקרקע שעליה הוקמה הטורבינה ובין קרקעות אחרות:<sup>61</sup>
    - בשטח שבבעלות בעלי הקרקע שעליה הוקמה הטורבינה חלה מגבלת רעש רק בלילה – 45 dB(a) או 5 dB(a) מעל הרמה המותרת (הגבוה מהם). עם זאת, **מגבלת רעש צריכה להיקבע בהסכמת המתגוררים בשטח, ולפיכך אם יש דיירים במקום ייתכן שהרף יהיה נמוך יותר.**
    - בשטח אחר, המגבלה היא 37 dB(a) ביום ו-35 dB(a) בלילה או 5 dB(a) מעל הרמה המותרת (הגבוה מהם).

### 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, לפי מהירות הסיבוב. המקום המושפע מהריצוד (המקום שעליו מוטל הצל המרצד) משתנה עם השינוי במיקום השמש ביחס אליו ועם שינוי הזווית בין השמש לבין הטורבינה, כלומר הוא משתנה בכל שעה ביום ובכל עונה בשנה. לדוגמה, לפי פרסום של ממשלת דנמרק, האזורים שמדרום לטורבינות רוח במדינה לא יושפעו לעולם מריצוד, היות שבשל מקומה של דנמרק על כדור הארץ השמש תהיה תמיד מדרום לטורבינות.<sup>62</sup> השעות שבהן הריצוד משפיע במיוחד הן עם הזריחה ולקראת השקיעה, שעות שבהן הצל ארוך במיוחד.<sup>63</sup> ריבוי טורבינות זו ליד זו עלול להגביר את הריצוד, בשל ריצוד במקביל מכמה טורבינות.
- הריצוד עלול להשפיע על חולים באפילפסיה הרגישים לאור ולגרום להם התקפים. נוסף על כך, השפעת האור המרצד על אנשים אחרים, במיוחד היכן שהאור המרצד הוא מקור האור העיקרי, עלולה לגרום בין היתר לכאבי ראש ולדיכאון.<sup>64</sup>

<sup>59</sup> Ontario Government, [Noise Guidelines for Wind Farms](#), May 2016, sections 3.11, 6.4.2.

<sup>60</sup> EPA South Australia, [Wind Farms Environmental Noise Guidelines](#), July 2009, pp. 13-14.

<sup>61</sup> Department of Infrastructure, Local Government and Planning, [State Code 23: Wind Farm Development: Planning Guideline](#), July 2017, pp. 20-23.

<sup>62</sup> Danish Energy Agency, [Wind Turbines in Denmark](#), November 2015, pp. 9-10.

<sup>63</sup> Ibid, p. 10.

<sup>64</sup> Graham Harding, Pamela Harding and Arnold Wilkins, [Wind Turbines, Flicker, and Photosensitive Epilepsy: Characterizing the Flashing That May Precipitate Seizures and Optimizing Guidelines to Prevent Them](#),





- כמו בסוגיית ההשפעה הרפואית של אינפרה-קול, אין הסכמה מדעית על היקף ההשפעות השליליות של הריצוד הנגרם מטורבינות, למרות תלונות שונות על כך מאנשים ברחבי העולם. לא מוסכם אם השפעת הריצוד מוגבלת לכאבי ראש ודיכאון או שיש לה השלכות גופניות נוספות.
- אפשר להפחית את הסיכון הגלום בריצוד באמצעות תכנון נכון של מיקום הטורבינות (למשל, תכנון המביא בחשבון את היטל הצל שלהן ואת עיצוב הלהבים) ובאמצעות הפחתת מהירות הסיבוב של הטורבינה.<sup>65</sup>

### 3.3.2. מדיניות בנושא הריצוד

כמו בטיפול ברעש, השלב הראשון בטיפול בריצוד הוא קביעת מגבלות על משך הזמן שבו מתקיים ריצוד ועל סך הזמן במהלך השנה שבו מותר ריצוד, אם בכלל. בין היתר, קביעת מרחק בין הטורבינות למקומות מגורים עשויה לשמש לשם הטיפול בריצוד, ואמצעי אחר הוא כיבוי זמני של הטורבינות. בעזרת חיישנים המזהים את האור שעלול לגרום לריצוד אפשר להפעיל את הטורבינות גם בשעות שבדרך כלל עלול להיגרם בהן ריצוד, כל עוד השמיים מעוננים והשמש אינה נצפית.

להלן מידע על המדיניות הנוגעת לריצוד בכמה מדינות:

- בגרמניה חלה מגבלה של 30 דקות ריצוד ביום ולא יותר משמונה שעות בשנה בסך הכל, ומגבלה של 30 שעות בשנה במקרים מיוחדים.<sup>66</sup> כפי שצוין קודם לכן, כאשר יש חשש לחריגה ממגבלות אלו, אפשר לכבות את הטורבינות בזמן הריצוד.
- בדנמרק נקבע רף שנתי שלפיו משך הזמן בשנה שבו בית נמצא תחת צל מהטורבינות לא יעלה על עשר שעות בסך הכול. חריגה מזמן זה מגבירה את סכנת הריצוד, ולכן הסוכנות הדנית לאנרגיה קבעה שאם יש חשש לחריגה כזאת אפשר להורות למפעיל לכבות את הטורבינות בשעות מסוימות (וכאמור, אפשר להתקין חיישנים לזיהוי אור שמש והטלת צל, כדי להפחית את ההפסדים התפעוליים של הטורבינות).<sup>67</sup>
- במדינת מיין שבארצות הברית חוות רוח בעלות יכולת ייצור של יותר מ-100 קו"ט נדרשות להימנע מיצירת ריצוד שאינו סביר על בתי מגורים ומוסדות ציבור.<sup>68</sup> הגדרת הריצוד הסביר לפי המחלקה להגנת הסביבה, כפי שהיא מופיעה במסמכי אישורים לפרויקטים שונים במדינה, היא ריצוד של עד 30 שעות בשנה.<sup>69</sup> אם צפויה חריגה ממגבלה זו יש לנקוט צעדים להגבלת הריצוד. בהצעה לשינוי

*Epilepsia* 49(6), 2008; Jesper Hvass Schmidt and Mads Klokke, [Health Effects Related to Wind Turbine Noise Exposure: A Systematic Review](#), *PLOS ONE* 9(12), 2014.

<sup>65</sup> Graham Harding, Pamela Harding and Arnold Wilkins, *Ibid*; Jesper Hvass Schmidt and Mads Klokke, *Ibid*; Loren D. Knopper and Christopher A. Ollson, [Health Effects and Wind Turbines: A Review of the Literature](#), *Environmental Health* 10(78), 2011, pp. 5-6.

<sup>66</sup> [Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen \(WEA-Schattenwurf-Hinweise\)](#), pp. 3-4 (in German).

<sup>67</sup> Danish Energy Agency, [Wind Turbines in Denmark](#), November 2015, p. 10.

<sup>68</sup> Maine Revised Statutes, [§484. Standards for development](#), subsection 10.A.

<sup>69</sup> 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)



ההגדרות שפרסמם המשרד להגנת הסביבה בשנת 2016 הועלתה אפשרות לחרוג מסך שעות זה אם היזם יכול להראות שאין אנשים בבניין במשך שעות היממה המדוברות.<sup>70</sup>

- בבריטניה אין הנחיה ברמת המדינה הנוגעת לריצוד והנושא נכלל בסמכות התכנון של הרשות המקומית. יש המלצות והן נדונות בכל מקרה לגופו על ידי הרשות המקומית. במסמך ממשלתי בנושא משנת 2009 הומלץ שהחשיפה לריצוד תוגבל ל-30 שעות בשנה או 30 דקות ביום.<sup>71</sup> באירלנד נעשה תהליך של ניסוח הוראות חדשות, ובמסגרתו הומלץ להגביל את הריצוד לחלוטין: ייאסר כל ריצוד שהוא, באמצעות תכנון מתאים ושימוש באמצעים טכנולוגיים שיזהו את האפשרות של ריצוד ויכבו את הטורבינה.<sup>72</sup>
- באוסטרליה הנושא מוסדר בכל מדינה בנפרד. במדינת קווינסלנד, הנחיות משנת 2017 קובעות כי החשיפה תוגבל ל-30 שעות בשנה ולכל היותר 30 דקות ביום.<sup>73</sup> בהנחיות במדינת דרום אוסטרליה מצוין רק שיש לשים לב לנושא הריצוד ולהימנע ממנו במידת האפשר, ואין בהן מגבלות מפורטות, וגם מוזכר שהריצוד אינו מפריע במרחק גדול מ-500 מ' מהטורבינה.<sup>74</sup>

### 3.4 היבטים בריאותיים אפשריים נוספים

במהלך הכנת מסמך זה נמצא כי ההיבטים הבריאותיים העיקריים הזוכים להתייחסות במדינות בעולם ובספרות הנוגעת לבריאות הציבור ולטורבינות רוח הם הרעש והריצוד. עם זאת, יש היבטים נוספים שאפשר להעלות בהקשר זה שהוזכרו במידה פחותה:

- **פגיעה במקרה של כשל טכני או תאונה:** טורבינות רוח גדולות הן מתקנים מכניים בעלי חלקים נעים גדולים וכבדים מאוד, הבנויים בדרך כלל ממתכת. להב המשתחרר מטורבינה, נפילה של רוטור הלהבים כולו או עמוד טורבינה המשתחרר ונופל עלולים לגרום נזק רב לסביבתם הקרובה. להב טורבינה שמשתחרר בזמן תנועה עלול לנחות הרחק מהטורבינה עצמה. כמו כן, עלולות להתרחש תאונות בעקבות רשלנות באחזקת הטורבינה, כמו נפילת טכנאים מגובה רב.
- מחקר שבדק תאונות הקשורות לייצור אנרגיה מתחדשת ואנרגיה גרעינית בשנים 1950–2014 מצא כי מכל הדרכים להפקת אנרגיה שנכללו במחקר, אנרגיית רוח הייתה קשורה למספר התאונות הגדול ביותר (כמחצית מהתאונות שנסקרו), אולם רובן גרמו רק נזק קל לגוף או לרכוש (להבדיל, למשל, מהפקת חשמל ממים, שגרמה ל-97% מהתאונות הקטלניות). הגורמים השכיחים לתאונות היו כשל

<sup>70</sup> Maine Department of Environmental Protection, [Chapter 382: Wind Energy Act Standards – Pre-Rulemaking Draft](#), June 2016, article 4.

<sup>71</sup> Department of the Environment, [Best Practice Guidance to Planning Policy Statement 18: Renewable Energy](#), August 2009, p. 28.

<sup>72</sup> 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.

<sup>73</sup> Department of Infrastructure, Local Government and Planning, [State Code 23: Wind Farm Development: Planning Guideline](#), July 2017, p. 13.

<sup>74</sup> 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.



בלהבים (בשל סופה או כשל מכני) ושרפה במנגנון, וכן נפילה מגובה של עובדים, ושל אזרחים שטיפסו על הטורבינות בלא 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, לעומת דיווח על תאונות במתקנים מסוגים אחרים.<sup>75</sup>

בשנת 2013 פורסמו דוחות בנושא מטעם ארגוני הבטיחות התעסוקתית של האיחוד האירופי ושל בריטניה.<sup>76</sup> הדוח הבריטי התייחס לסכנת הינתקות הלהבים, ולפי מחקרים הנסקרים בדוח, להב הניתק מטורבינה גדולה במהירות גבוהה עשוי להגיע למרחק של 155–198 מ', ושבך בגודל 10% מלהב עשוי להגיע עד למרחק של כ-1.4 ק"מ, והדבר תלוי במהירות הסיבוב ובתנאי הרוח.<sup>77</sup>

- **השתקפות אור מהלהבים (reflection):** תופעה זו השפיעה בעבר על המתגוררים בקרבת טורבינות. האור שהשתקף מהלהבים גרם לסנוור והיה עלול לגרום התקפים בקרב הסובלים מאפילפסיה. בעקבות זאת הונהגה באוסטרליה חובה לצפות את להבי הטורבינות בחומר המונע החזרי אור.<sup>78</sup> נראה כי בשנים האחרונות מרבית הטורבינות בעולם מיוצרות עם ציפוי כזה, וככלל, בעיית ההשתקפות נפתרה.<sup>79</sup>

- **קרינה אלקטרומגנטית:** קרינה זו נפלטת ממכשירי חשמל ותשתיות אנרגיה כגון קווי חשמל, משדרים ואנטנות. קרינה אלקטרומגנטית ברמות גבוהות נחשבת מזיקה. לקרינה בתדר גבוה (הנקראת גם קרינה מייננת) מיוחס סיכון מוגבר ללקות בסרטן, וקרינה בתדר נמוך (בלתי מייננת) נחשבת לגורם מסרטן אפשרי (בקטגוריה הנמוכה ביותר לקשר אפשרי לסרטן).<sup>80</sup> 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, ונמוכה במידה ניכרת משל מכשירים ביתיים כגון מקרר.<sup>81</sup>

---

<sup>75</sup> 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.

<sup>76</sup> 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.

<sup>77</sup> Health and Safety Executive, *Ibid*, pp. 23-25.

<sup>78</sup> ראו למשל Department of Infrastructure, Local Government and Planning, [State Code 23: Wind Farm Development: Planning Guideline](#), July 2017, p. 13

<sup>79</sup> Danish Energy Agency, [Wind Turbines in Denmark](#), November 2015, p. 10.

<sup>80</sup> רועי גולדשמידט ושיירי 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 on December 13

<sup>81</sup> 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.



### 3.5. כלי מדיניות עיקרי: מרחק מינימלי

מרחק הטורבינה מבתי מגורים הוא גורם חשוב מכמה סיבות: ראשית, כפי שהוזכר לעיל, המרחק מפחית את הרעש, ומשפיע גם על הריצוד, שכן הוא קובע אילו אזורים נכללים בהיטל הצל של הטורבינה. שנית, הטורבינות עלולות להיחשב מפגע נופי, ויש תושבים שיעדיפו להתגורר רחוק ממנה בשל כך.

המרחק הנדרש בין טורבינות לבתי מגורים משתנה ממדינה למדינה, כפי שמוצג בהמשך. יש שתי דרכים עיקריות לקבוע את המרחק: יש מדינות שבהן המרחק נקבע רק על פי של מדידות רעש, ובמדינות אחרות נקבע מרחק מוגדר מהטורבינות (*setback distance*), שאינו קשור ישירות להשפעת הרעש. את המרחק הזה אפשר לגזור מגובה הטורבינה ולהביא, או לקבוע בלי קשר למידות הטורבינה. ככלל, על היזם לציית למגבלה המחמירה ביותר, בין שהיא נגזרת ממגבלות הרעש והריצוד ובין שהיא נגזרת מהוראה אחרת.

להלן מגבלות המרחק בכמה מדינות:

- בגרמניה הממשל הפדרלי אינו קובע מרחק מינימלי בין טורבינות לבתי מגורים ומשאיר זאת ביד המדינות. במדינת בוואריה, למשל, הוחל בסוף שנת 2014 כלל שלפיו המרחק המינימלי 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).<sup>82</sup> במחוז באדן-וירטמברג הונהג בשנת 2012 מרחק ביטחון של 700 מ', אשר אמור לשמור, כפי שצוין קודם לכן, על רמת רעש נמוכה מ-40 dB(a).<sup>83</sup>
- בפולין נחקק בשנת 2016 חוק דומה לזה שבבוואריה, המחייב מרחק של עשר פעמים גובה הטורבינה בינה לבין אזור מגורים. לפי מחקר בנושא, הצעה זו התקבלה לאחר שנדחתה הצעה מחמירה יותר – מרחק קבוע של שלושה ק"מ.<sup>84</sup> מגבלה זו אינה חלה על טורבינות קטנות, המפיקות פחות מ-40 קו"ט.<sup>85</sup> יש לציין כי לפני החקיקה פרסם המכון הלאומי לבריאות הציבור בפולין המלצה שלפיה התקנות בנוגע לטורבינות רוח אינן מספקות ויש צורך במרחקים מינימליים בין טורבינות למגורים כדי להפחית את הסיכונים לבריאות. ההמלצה הכללית של המכון הייתה מרחק מינימלי של שני ק"מ, לצד פירוט המרחקים המומלצים לבעיות רפואיות שונות, הנעים בין 500–700 מ' (כדי למנוע נזק מרעש בתדירות גיילה) ל-1.5–3 ק"מ (כדי למנוע נזק מאינפרה-קול).<sup>86</sup>
- בדנמרק יש כלל שלפיו המרחק בין טורבינה לבית מגורים חייב להיות לכל הפחות ארבע פעמים גובהה של הטורבינה.<sup>87</sup>

<sup>82</sup> 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](#) (in German).

<sup>83</sup> Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, [Frequently Asked Questions About Wind Energy and Noise: Allegations and Facts](#), November 2016, p. 17.

<sup>84</sup> [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.

<sup>85</sup> European Commission CORDIS, [Small Wind Turbines: A Glimmer of Hope for Poland's Wind Energy Sector?](#) retrieved on November 22, 2017.

<sup>86</sup> 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.

<sup>87</sup> Ministry of Environment and Food of Denmark, [Regulations on Noise from Wind Turbines](#), retrieved on October 23, 2017.



- בבריטניה אין הנחיה ברמת המדינה הנוגעת למרחק של טורבינות מיישובים (בשנים 2011–2012) היו ניסיונות חקיקה שלא צלחו.<sup>88</sup> יש המלצות, והן נדונות בכל מקרה לגופו על ידי הרשות המקומית (במסמך ממשלתי בנושא מובאת לדוגמה מועצה מקומית שבה ההמלצה היא על מרחק של 800 מ' בין טורבינות לבתי מגורים).<sup>89</sup>
- באירלנד נעשה תהליך של ניסוח הוראות חדשות, ובמסגרתו הוצע מרחק מינימלי של 500 מ' בין הטורבינה לבתי מגורים או ארבע פעמים גובה הטורבינה (הגבוה מהם).<sup>90</sup>
- לפי מדיניות התכנון של סקוטלנד שפורסמה בשנת 2014, בתוכניות מקומיות מוגדר תחום של עד שני ק"מ מסביב ליישובים, הנקבע על פי מאפייני האזור, במטרה למנוע פגיעה בנוף, בכלל זה פגיעה ממבנים כגון טורבינות רוח. עם זאת, מדובר בהמלצה והשיקול הסופי נתון בידי הרשות המקומית.<sup>91</sup> מצב דברים דומה נקבע במדיניות התכנון של סקוטלנד משנת 2007.<sup>92</sup> לפי ראש תחום משק האנרגיה האירופי בנציבות האירופית (European Commission), במרבית המקרים בסקוטלנד המרחק בפועל קטן יותר וההמלצה חלה, ככל הנראה, רק על יישובים שבהם יותר מ-3,000 בתים.<sup>93</sup>
- בצרפת התקבל כלל בדבר מרחק של 500 מ' בין טורבינות לבתי מגורים, לאחר שבשנת 2006 פרסמה האקדמיה הלאומית לרפואה המלצה על מרחק של 1.5 ק"מ. בשנת 2011 סווגו הטורבינות בתקנות כ"מתקנים להגנת הסביבה", ונקבע מרחק מינימלי של 500 מ' בינן לבין בתי מגורים, מרחק שהוזכר גם בחקיקה משנת 2015.<sup>94</sup> במרס 2017, לאחר מחקר נוסף בנושא, הודיעה הסוכנות הצרפתית לבריאות ובטיחות במזון, סביבה ותעסוקה (ANSES) כי מרחק של 500 מ' הוא מספיק והרעש שנוצר בו אינו מזיק, ככלל.<sup>95</sup> המלצות לשנות את המרחק ל-1–1.5 ק"מ לא התקבלו. עם זאת, הסוכנות הוסיפה כי יש לבדוק כל מקרה לגופו, לבצע מדידות באופן קבוע ולעשות מחקר רפואי נוסף על תגובות האוזן לרעשי אינפרה-קול.<sup>96</sup>
- במדינת מין שבארצות הברית נדרש כי חוות הרוח תוקם במרחק מהטורבינות מיישובים "המאפשר דאגה לבטיחות הציבור", לפי המלצות אנשי מקצוע ויצרנים.<sup>97</sup> הגדרת המרחק הסביר לפי המחלקה

<sup>88</sup> House of Commons Library, [Planning for Onshore Wind](#), July 2016, pp. 12-13.

בהצעות שלא התקבלו נקבע המרחק מאזור מגורים על פי גובה הטורבינה: 1 ק"מ מטורבינה בגובה 25–50 מ', 1.5 ק"מ מטורבינה בגובה 50–100 מ', 2 ק"מ מטורבינה בגובה 100–150 מ' ו-3 ק"מ מכל טורבינה גבוהה יותר. ראו [Wind Turbines \(Minimum Distance\)](#); [\(Minimum Distances from Residential Premises\) Bill \[HL\] 2010-12](#); [from Residential Premises\) Bill \[HL\] 2012-13](#).

<sup>89</sup> Ibid.

<sup>90</sup> 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.

<sup>91</sup> Scottish Government, [Scottish Planning Policy](#), June 2014, pp. 38-40.

<sup>92</sup> Scottish Government, [Scottish Planning Policy 6: Renewable Energy](#), March 2007, p. 18.

<sup>93</sup> Klaus-Dieter Borchardt, Director, Internal Energy Market, Directorate-General for Energy, European Commission, email, December 11, 2017.

<sup>94</sup> [LOI n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte](#), article 139 (in French).

<sup>95</sup> 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).

<sup>96</sup> ANSES, Ibid.

<sup>97</sup> Maine Revised Statutes, [§484. Standards for Development](#), subsection 10.B.



להגנת הסביבה, כפי שהיא מופיעה במסמכי אישורים לפרויקטים שונים במדינה, היא מרחק של 1.5 פעמים גובה הטורבינה.<sup>98</sup>

- באוסטרליה כל מדינה מסדירה את הנושא בעצמה. להלן שתי מדינות לדוגמה:
  - במדינת דרום אוסטרליה, גנרטורים של טורבינות נדרשים להיות במרחק של לפחות 2 ק"מ מיישובים ואזורים עירוניים ובמרחק של ק"מ אחד לפחות ממגורים מבודדים או מגורים המשמשים תיירים. במטרה לעודד פיתוח של טורבינות רוח, טורבינות שהן במרחק של 2 ק"מ ומעלה מכל מקום מגורים מסווגות כפרויקטים שאי-אפשר להגיש להן התנגדות על ידי צד שלישי (להבדיל מטורבינות במרחק קטן יותר מכל מקום מגורים).<sup>99</sup>
  - במדינת קווינסלנד נקבע בהנחיות משנת 2017 כי על טורבינות להיות במרחק של 1.5 ק"מ מאזורי למגורים. מרחק קטן יותר אפשרי אם הצדדים הרלוונטיים מגיעים להסכם ביניהם.<sup>100</sup>

#### 4. היבטים סביבתיים של הפעלת טורבינות רוח והסדרתם בכמה מדינות

נוסף על ההיבטים הרפואיים שצוינו לעיל, להפעלת הטורבינות יש גם היבטים סביבתיים. הנושא העיקרי בהקשר זה הוא פגיעה בבעלי כנף – ציפורים ועטלפים, כאשר הם מתנגשים בעמוד הטורבינה ובלהביה. כמו בפרק על היבטים בריאותיים, גם בפרק זה מוצג מידע על הסדרת הנושא במדינות שבהן יש שימוש רב בטורבינות – כגון דנמרק, גרמניה, בריטניה (ובפרט סקוטלנד), אירלנד ומדינת מיין שבארצות הברית – ובמדינות נוספות שבהן מיושמת מדיניות ראויה לציון, ובכלל זאת פרויקטים בירדן ובמצרים, מדינות שכנות לישראל המתמודדות עם תנאים דומים בכל הנוגע לנדידת עופות.

##### 4.1. פגיעה בבעלי כנף (ציפורים ועטלפים)

ציפורים ועטלפים עלולים להתנגש בלהבי הטורבינות, להיפגע ולמות. כמו כן, פעולת הטורבינות משפיעה על האזורים האפשריים למחיה ולקינון ועלולה 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.<sup>101</sup> מחקרים הנעשים בנושא במדינות שונות הם בעלי רלוונטיות חלקית בלבד לישראל, מכמה סיבות:

- ישראל מאופיינת במספר רב של עופות נודדים החולפים בשמיה, להבדיל ממדינות אחרות ובפרט אלו שבהן נעשה עיקר השימוש בטורבינות רוח (מדינות אירופה וצפון אמריקה).
- בכל אזור ציפורים ממינים שונים, בעלות התנהגות ייחודית ובמספר שונה.

<sup>98</sup> 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.

<sup>99</sup> Renewables SA, [Wind Farm Planning Policy](#), retrieved on November 29, 2017.

<sup>100</sup> Department of Infrastructure, Local Government and Planning, [State Code 23: Wind Farm Development: Planning Guideline](#), July 2017, p. 19.

<sup>101</sup> UNDP, Migratory Soaring Birds Project, [Birds and Wind Farms Within the Rift Valley/Red Sea Flyway](#), 2012.



- לכל אזור מאפיינים גיאוגרפיים וטופוגרפיים שונים, המשפיעים על התנהגות הציפורים ועל גורמי הסיכון.

מאפיינים אלו עשויים להיות שונים גם בתוך תחומה של מדינה: אפילו בישראל, שהיא מדינה קטנה, יש הבדל ניכר בין הנגב לגליל במיני הציפורים ובמאפיינים הגיאוגרפיים, למשל. אפילו בין נקודות שונות באותו אזור אפשר למצוא הבדלים במאפיינים. בשל סיבות אלו ועוד במרבית המדינות שנסקרות במסמך זה נדרשת הערכת סיכון ייעודית לכל פרויקט, ללא אפשרות להסתמך על קווים מנחים כלליים בלבד.<sup>102</sup>

#### **נקודה למחשבה: השוואת הנזק מטורבינות רוח לנזק מדלק פוסילי**

יש הטוענים כי השימוש בדלק פוסילי גם הוא הורג ציפורים, אולם באופן עקיף, כיוון שהוא גורם לפגיעה בסביבה – הוא מחמיר את זיהום האוויר, את הפגיעה בשטחי מחיה ואת ההתחממות הגלובלית.<sup>103</sup> יש לציין שטענה 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 נזכרה גם בהקשר של האמנה בדבר שימורם של מינים נודדים של חיות בר (CMS), שאושרה על ידי ישראל בשנת 1983. בשנת 2014 קיבלה מזכירות האמנה החלטה העוסקת בהשפעת משק האנרגיה על שימור מינים נודדים. בהחלטה זו מצוין, בין היתר, כי:<sup>104</sup>

- 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 מרוחות המכוונות אל הטורבינות. הזמן הנדרש לטורבינה לעצור מקבלת הוראה עשוי לנוע בין 15–30 שניות לחמש דקות (וגם כאשר עצירה מוחלטת דורשת חמש דקות, הזמן הנדרש להאט טורבינה לקצב של סיבוב אחד בדקה עשוי להגיע לכ-20 שניות).<sup>105</sup> שיטות הנחשבות לבעלות 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 האטת תנועתן (באמצעות קביעת רף גבוה יותר של מהירות הרוח הנדרשת להפעלת הטורבינה או שינוי זווית הלהבים). שיטה זו כוללת, בין היתר, נעילה קבועה של הטורבינות בלילה כאשר מהירות הרוח נמוכה שכן במהירות רוח נמוכה סיבוב הטורבינה אינו מייצר חשמל ודווקא אז פעילות העטלפים רבה. לפי הנחיות שפרסמה מזכירות האמנה, אפשרויות אחרות, שלא הוכחה מידת הצלחתן, הן הרתעת העטלפים (באמצעות אור, גלי מכ"מ או גלי קול בתדירות גבוהה); הפחתת משיכתם לאזור באמצעות דילול החרקים; עיצוב תוואי החווה באופן המתחשב בנוף המקומי ובפעילות אוכלוסיית העטלפים.

<sup>102</sup> SP Interface, השפעות טורבינות רוח על הבריאות והסביבה: הוכן עבור החברה להגנת הטבע, מרס 2016, עמ' 9–10.

<sup>103</sup> Benjamin K. Sovacool, The Avian Benefits of Wind Energy: A 2009 Update, *Renewable Energy* 49, 2013, pp. 22-23.

<sup>104</sup> UNEP, Convention on Migratory Species, Renewable Energy Technologies and Migratory Species: Guidelines for Sustainable Deployment, November 2014, pp. 68-69.

<sup>105</sup> 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.



הנחיות שפרסם הבנק העולמי לפרויקט בנושא תומכות בהמלצות אלו (לצד צעדים אחרים, בהם הימנעות מיצירת גורמי משיכה, כגון מקווי מים, אשפה ואור מלאכותי).<sup>106</sup>

דרך אחרת להפחתת הפגיעה בציפורים היא בניית עמודי הטורבינות בלא מקומות נוחים לקינון, שמושכים ציפורים. עם השנים השתנה עיצוב הטורבינות וכיום מייצרים להן עמודים מעוגלים וחלקים, שלא מושכים ציפורים לקינון. ואולם, פתרון זה מתאים למקרים מעטים ביותר ואינו יעיל בעבור ציפורים בנדידה וציפורים מקומיות משוטטות.<sup>107</sup>

**נקודה למחשבה: ההבדל בפגיעה בבעלי כנף בין טורבינות בעלות ציר אופקי לטורבינות בעלות ציר אנכי**  
הפגיעה בבעלי כנף מיוחסת לטורבינות בעלות ציר אופקי, שהן גם הטורבינות הנפוצות לשימוש מסחרי. אפשר לטעון כי טורבינות בעלות ציר אנכי גורמות סכנה פחותה לבעלי כנף,<sup>108</sup> אולם במהלך הכנת מסמך זה לא נמצאו סימוכין לטענה המבוססים על בדיקה בחוות טורבינות.

בעניין האפשרות של כיבוי זמני של הטורבינה יש שתי גישות שאפשר ליישם במשטר ההפעלה של חוות טורבינות:<sup>109</sup>

- **כיבוי בשעות קבועות (fixed shutdown):** כיבוי הטורבינות בזמנים שנקבעו מראש, בהתאם לזמנים שבהם בעלי כנף פעילים יותר (שעות ביממה וימים בשנה). ככל הנראה, כיבוי בשעות קבועות הוא שיטה זולה מכיוון שאינה דורשת ניטור, אך היא מהווה פתרון חלקי בלבד, במיוחד כאשר המטרה היא למנוע פגיעה בכל פרט מזן מסוים וכן במצבים שאי-אפשר לחזות.
- **כיבוי לפי דרישה (shutdown on demand):** כיבוי הטורבינות על פי המצב המתפתח בשטח או בנוכחות בעלי כנף מסוימים. כיבוי לפי דרישה מסתמך על קריטריונים שנקבעו מבעוד מועד לנסיבות שבהן יש לכבות את הטורבינה, כגון נוכחות של מינים מסוימים בקרבת מקום ומספר ציפורים מסוים. אפשר לשלב במערכת התראות מקדימות לכיבוי, כגון התראות קוליות, כדי להרחיק ציפורים. את הניטור לצורך כיבוי לפי דרישה עושים תצפיתנים הנעזרים בציוד כגון משקפות או מערכת ממוחשבת המשתמשת במצלמות ובמכ"מ ויכולה להפעיל תגובות אוטומטיות.

כאמור, אפשר לשלב בין שתי הגישות בתכנון משטר ההפעלה של הטורבינות וליישם את משטר ההפעלה לכל טורבינה לחוד או לכל הטורבינות בחווה. בהקשר זה נציין שבמחקרים שהתפרסמו בעבר נטען שכיבוי הטורבינות מסייע למנוע פגיעה בעטלפים, אך התועלת שלו להגנה על ציפורים חלקית בלבד, היות שהן עלולות להתנגש בעמוד הטורבינה ובלהבים, גם כשאינם נעים.<sup>110</sup>

<sup>106</sup> World Bank Group, [Environmental, Health, and Safety Guidelines: Wind Energy](#), August 7, 2015, pp. 10-11.

<sup>107</sup> The Mitigation Initiative, University of Wyoming, [Wind Development and Wildlife Mitigation in Wyoming: A Primer](#), 2012, p. 12.

<sup>108</sup> 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.

<sup>109</sup> 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.

<sup>110</sup> European Environment Agency, [Europe's Onshore and Offshore Wind Energy Potential: An Assessment of Environmental and Economic Constraints](#), 2009, p. 78.





אפשרות אחרת, המיושמת בארצות הברית, היא מזעור עקיף של הנזק באמצעות פיצוי (compensatory mitigation) על הפגיעה הצפויה בבעלי כנף ובסביבה בכלל: רכישת קרקעות להקמת שמורות ולאזורי מחיה חלופיים, תשלום על פיתוח אזורי גידול, השקעה בהפיכת תשתיות אחרות באזור למסוכנות פחות לבעלי חיים ועוד.<sup>111</sup> גישה כזו נחשבת למוצא אחרון ועדיפים עליה הימנעות מפגיעה ומזעור ישיר שלה. כמו כן, לא ברור אם היא יכולה להשיג את מטרתה במקרים שהנזק האפשרי הוא למינים בסכנת הכחדה. לפי נציג רשות הטבע והגנים, אפשרות זו יעילה רק בנוגע למינים מקומיים בשטח מסוים ולא לטיפול בציפורים נודדות, כמו אלה שחולפות בישראל.<sup>112</sup>

נוסף על המלצות אלו, אשר רובן חלות גם על ציפורים וגם על עטלפים, יש כמה מאפיינים ייחודיים לעטלפים:

- חלק ממיני העטלפים נסמכים על מנגנון התמצאות באמצעות הדים, אך הוא אינו מאפשר להם להבחין בלהבי טורבינות כאשר הם מסתובבים במהירות גדולה, והדבר מגביר את סכנת ההתנגשות בהם.
- אחת הסיבות העיקריות לתעופת עטלפים היא החיפוש אחר חרקים למזון. לפיכך, והיות שחרקים עפים לגובה של טורבינות תעשייתיות רק אם הרוח חלשה, עיקר הסכנה לעטלפים מלהבי הטורבינה היא כאשר מהירות הרוח נמוכה. יש לציין כי נדרשת עוצמת רוח מסוימת על מנת להפיק חשמל וברוח חלשה סביר שהטורבינה אינה מפיקה חשמל. לפיכך, האמנה בדבר שימורם של מינים נודדים של חיות בר (CMS), הבנק העולמי וחוקרים אחרים ממליצים על מניעת התנועה הסיבובית של הטורבינה כאשר אינה מייצרת חשמל וקביעת רף רוח גבוה יותר להנעת הטורבינות (cut-in speed).<sup>113</sup> טכניקה אחרת היא שינוי הזווית של הלהבים בשעות מסוימות, בהתאם למאפייני המקום, כך שיהיה צורך ברוח חזקה יותר על מנת לסובבם וככלל, מהירותם תפחת.<sup>114</sup>

#### 4.1.1. אמצעי מדיניות

ככלל, הרג מכוון של ציפורים נחשב במדינות רבות לפשע, אם בגדר ציד בלא אישור ואם בגדר עבירה על חוקים להגנה על ציפורים וחיות בר. למשל, באיחוד האירופי פורסמה בשנת 2009 דירקטיבה לשימור ציפורי בר, ולפיה על המדינות החברות באיחוד להגן על ציפורי בר ממעשי הרג מכוונים, מהרס מכוון של קנים ואזורי מחיה ומהפרעה לציפורים בתקופת רבייה, וכן להגן על ציפורים בסכנת הכחדה.<sup>115</sup> לנוכח זה אפשר לנקוט צעדי מדיניות לאיזון בין הגנה על בעלי כנף ובין פיתוח של אנרגיית רוח, כפי שמוסבר להלן:

---

<sup>111</sup> The Mitigation Initiative, University of Wyoming, [Wind Development and Wildlife Mitigation in Wyoming: A Primer](#), 2012, pp. 12-14.

<sup>112</sup> אוהד הצופה, אקולוג עופות, חטיבת מדע ברשות הטבע והגנים, דוא"ל, 17 בדצמבר 2017.

<sup>113</sup> 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 and Roel F. May, [Mitigating Wind Energy Impacts on Wildlife: Approaches for Multiple Taxa](#), *Human-Wildlife Interactions* 10(1), spring 2016, pp. 31-34.

<sup>114</sup> Eurobats, [Guidelines for Consideration of Bats in Wind Farm Projects, Revision 2014](#), 2015, p. 44.

<sup>115</sup> 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.



• **תנאים מקדימים לסקר סביבתי מקיף ותצפיות לפני הפרויקט:**

- בבריטניה, ציפורי בר מוגנות מפני הריגה מתוקף חוק. ההחלטה על הצורך בתוכנית סקירה וניטור בכל פרויקט היא של הרשות המקומית, ובמרבית המקרים הצורך בסקירה מקיפה של ההשפעה על בעלי כנף נובע מקרבה לאזורי שימור, לנתיבי נדידה ולמקומות אחרים שבהם ריכוז גבוה של בעלי כנף, או מכך שתוואי האזור עשוי להשפיע על הרוחות (כגון תוואי של צוקים ועמקים). אם היזם מראה שאין באתר סכנה למין המיועד לשימור, סביר שהוא לא יידרש לבצע תוכנית כזאת.<sup>116</sup>
- בצפון אירלנד הקמת טורבינה תצריך בדרך כלל סקר מקדים, בטווח של 500–800 מ' סביב האתר. כמו כן נדרשת התייעצות עם גופים העוסקים בציפורים ובהגנה על הטבע בנוגע לצורכי המקום המיוחדים, בשל מגוון סוגי הציפורים (ובשל ההבדל בין ציפורים נודדות לציפורים הנמצאות במקום דרך קבע). אפשר להפחית את הנזק לבעלי כנף באמצעות מזעור הפגיעה במבנים המשמשים לקינון ומחיה ובאמצעות יצירת אתרי קינון מלאכותיים וחלופיים. כאשר הפגיעה איננה זמנית בלבד, יש צורך בתחזוקת אתרי הקינון המלאכותיים.<sup>117</sup>

• **החלת ערך סף:**

- ערך סף (threshold) הוא מספר הפרטים באוכלוסיית בעלי כנף שאפשר לפגוע בהם בלי לגרום פגיעה ניכרת בכלל האוכלוסייה של אותו מין. על היזם לעקוב אחר מספר בעלי הכנף הנפגעים מהטורבינות, וחריגה מערך הסף עלולה לגרום עונשים 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.<sup>118</sup>
- פרובינציית אונטריו שבקנדה:

▪ הפרובינציה מחילה ערך סף על מספר הציפורים והעטלפים המתים מדי שנה בשל כל טורבינה: יש מגבלות שמוצעות בתור ברירת מחדל, ואפשר לקבוע מגבלות נקודתיות לכל מיזם. לפי המגבלה, ערך הסף למספר הציפורים המתות הוא 14 ציפורים לטורבינה, מהן 0.2 עופות דורסים לטורבינה ומהם 0.1 עופות דורסים מוגנים (או שני עופות דורסים לחוות טורבינות שבה פחות מעשר טורבינות). ערך הסף למספר העטלפים המתים הוא עשרה עטלפים בשנה לטורבינה.<sup>119</sup> חריגה ממגבלות אלו תיחשב "משמעותית" ותגרור פעולות ניטור ומזעור מצד הממשל. יש לציין כי

---

<sup>116</sup> Department for Environment, Food & Rural Affairs, [Wild Birds: Surveys and Monitoring for Onshore Wind Farms](#), June 2015.

<sup>117</sup> 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.

<sup>118</sup> UNEP, Convention on Migratory Species, [Renewable Energy Technologies and Migratory Species: Guidelines for Sustainable Deployment](#), November 2014, pp. 68-69.

<sup>119</sup> מגבלות זהות לאלו התקבלו בוועדות תכנון בישראל. ראו למשל: הוועדה המחוזית לתכנון ולבנייה, מחוז הצפון, פרוטוקול לשיבת הוועדה המחוזית לתכנון ולבנייה, מחוז הצפון, ישיבה מס' 2017024 – מסמך החלטות, 20 בנובמבר 2017, עמ' 14.



ההגדרה ל"שנה" במסגרת זו היא מחודש מאי עד סוף אוקטובר, וחודשי החורף אינם נכללים בתקופה זו.<sup>120</sup>

■ הממשלה מנהלת מאגר מידע על מספר הציפורים המתות, בשיתוף איגוד חברות האנרגיה. לפי דוח שבחן את הנתונים במאגר מהשנים 2007–2016, באונטריו נפגעות מכל טורבינה מדי שנה 5.7 ציפורים שאינן עופות דורסים, 0.24 עופות דורסים ו-17.15 עטלפים.<sup>121</sup> מחברי הדוח ציינו כי סביר שמספרים אלו חלקיים בלבד, היות שהבדיקה הוגבלה לרדיוס של 50 מ' סביב הטורבינה ואילו מחקרים אחרים הראו שאפשר למצוא פגרי ציפורים שנפגעו מטורבינה בגובה של 80 מ' גם במרחק של כ-160 מ' ממנה.<sup>122</sup>

■ בחוק להגנה על מינים בסכנת הכחדה (Endangered Species Act) נקבעה ענישה על הרג חיות בסכנת הכחדה, אולם נכללות בו החרגות לחוות רוח, בתנאי שאלו נרשמות במשרד להגנת הסביבה ומציגות תוכנית למזעור הנזק (ההחרגה אינה חלה על מינים מסוימים, כמפורט בחוק).<sup>123</sup>

○ יש לציין כי בארצות הברית לא מוחל ערך סף קבוע, אך מינים מסוימים מוגנים בחוק, ופגיעה בהם עלולה להיחשב לעבירה פדרלית. כך למשל, בשנת 2013 פרסמה הרשות לדיג ולחיות בר (USFWS) תוכנית להגנה על אוכלוסיית הנשרים, ובה הובהר כי חריגה מן המכסה המצוינת לכל אזור על ידי הרשויות תיחשב לעבירה ועלולה לגרום צעדים משפטיים מצד המדינה.<sup>124</sup>

● **השפעת כיבוי הטורבינות:** במחקר שפורסם בשנת 2015 נבדקו חמש חוות רוח באירופה שבהן הותקנו מערכות ממוחשבות לכיבוי לפי דרישה. לפי המחקר, המערכות הממוחשבות גרמו לעצירתה של כל טורבינה למשך כ-5.1 שעות בשנה בממוצע.<sup>125</sup> מחקר בחוות טורבינות בספרד בשנים 2006–2009 הראה שתצפיות (על ידי תצפיתנים ולא על ידי מחשב) הביאו לירידה של 50% בפגיעה בעופות. הזמן הנדרש עד לעצירה מוחלטת של טורבינה היה שלוש דקות לכל היותר וכל הפסקה בפעולת טורבינה נמשכה 6–20 דקות. בסך הכול, היה צורך בכ-18 עצירות לטורבינה בכל שנה, הכרוכות בירידה של 0.7% בייצור החשמל.<sup>126</sup>

● **בחינת ההשפעה לאחר ההקמה:** במדינת ויומינג בארצות הברית הוקמה בשנת 1999 חוות הטורבינות הראשונה במדינה. לאחר ההקמה נעשו במקום פעולות ניטור ונמצא סיכון מוגבר לעופות דורסים.

<sup>120</sup> 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.

<sup>121</sup> Wind Energy Bird and Bat Monitoring Database, [Summary of the Findings from Post-Construction Monitoring Reports](#), July 2017, p. 3.

<sup>122</sup> Ibid, pp. 39-40.

<sup>123</sup> [Endangered Species Act, 2007](#), Section 23.20.

<sup>124</sup> U.S. Fish and Wildlife Service, [Eagle Conservation Plan Guidance, Module 1 – Land-based Wind Energy, version 2](#), April 2013, p. iv.

<sup>125</sup> 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.

<sup>126</sup> 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.



בעקבות זאת העבירה החברה חלק מהטורבינות בשטח חוות הרוח למרחק של 50 מ' מהנקודה שבה היה סיכון גבוה במיוחד. בפעולות ניטור לאחר מכן נמצאה התוצאה הרצויה – ירידה בסיכון הצפוי לעופות דורסים.<sup>127</sup>

#### 4.1.2. דוגמאות להתנהלות חוות רוח בירדן ובמצרים

להלן מוצג מידע על חוות רוח בירדן ובמצרים, ובכלל זה בחינה של ערכי הסף, משטר ההפעלה שיושם בהן כדי למנוע חריגה מערכי הסף באמצעות כיבוי הטורבינות וההשלכות של כיבוי זה, ככל שנמצא מידע על נושאים אלה.

##### • ירדן:

- בשנת 2015 נחנכה בירדן חוות טורבינות במחוז תַאפילָה, שהוקמה בסיוע של הבנק העולמי והבנק האירופי להשקעות (EIB). כיוון שירדן שוכנת בנתיב נדידת ציפורים וכיוון שקיימים באזור מינים בסכנת הכחדה הושם בפרויקט דגש מיוחד על היבט זה.
- במסגרת העבודה על הפרויקט נבחנו ערכי סף ל-171 מיני ציפורים ו-18 מיני עטלפים באזור. בהליך זה נכללו בדיקות כגון בדיקה לקביעת מספר הפרטים ממין מסוים שמותם יגרום למין נזק שאינו בר תיקון (Potential Biological Removal – PBR) ובדיקות מתקדמות יותר על שינויים צפויים בהתרבות בקרב בעלי כנף באזור (Population Viability Analysis – PVA). בעקבות הבדיקות, נקבע ל-13 מיני ציפורים ערך סף של אפס – ללא אף פגיעה. ערך סף כזה נקבע למינים בסכנת הכחדה חמורה, ופגיעה בפרט מהם נחשבה לתאונה חמורה הדורשת תשומת לב מיידי של הנהלת הפרויקט.<sup>128</sup>
- לשם השגת היעד של היעדר מוחלט של פגיעות הוכן פרוטוקול מיוחד לכיבוי הטורבינות: תצפיתנים עקבו אחר ציפורים באזור החווה, זיהו את מינן וקבעו אם יש צורך לכבות טורבינה על פי גובה התעופה של הציפור, התנהגותה, מסלול התעופה שלה והמרחק בינה לטורבינה.<sup>129</sup> כמו כן, ננקטו צעדים שמטרתם לעמוד בערך הסף ועם זאת להימנע מהצורך בכיבוי טורבינות, לדוגמה גילוי גופות ציפורים וזיהוי דפוסים של התנהגות ציפורים, גילוי מוקדם של פגרים (שמושכים עופות) והרחקתם והגבלת גישה של בעלי חיים שעלולים למשוך עופות דורסים למקום.
- בין יתר ההמלצות שניתנו לפרויקט נכלל לימוד מתמשך של פעילות בעלי הכנף ושל יעילות הצעדים למניעת התמותה, ובכלל זאת מפגשים דו-שנתיים של ועדות בנושא והכנת דוחות חודשיים.<sup>130</sup>

<sup>127</sup> BirdLife International, [The Design and Siting of Wind Turbines can Reduce the Risk of Collision to Birds of Prey](#), retrieved on December 12, 2017.

<sup>128</sup> International Finance Corporation, World Bank, Tafila Region Wind Power Projects: Cumulative Effects Assessment, February 2017, pp. xi, 49, 52-65, 70.

<sup>129</sup> Ibid, pp. 67-70.

<sup>130</sup> Ibid, p. 71.



- בג'אבל אל-זַיִת (Gabel Al-Zayt) שבמצרים הוקמה חוות טורבינות בעזרתם של הבנק האירופי להשקעות וממשלת גרמניה. החווה הוקמה בסמוך לתעלת סואץ, בתחומי נתיב נדידת עופות, כמו בירדן ובישראל. התקופות שבהן מספר הציפורים גדול במיוחד הן האביב והסתיו; בעונות אלו ציפורים רבות נודדות בין אירופה לאפריקה.
- לחווה נהלים לכיבוי הטורבינות לפי דרישה. בשנת פעלה 2016 החווה בלא מערכת מכ"מ ובשנת 2017 החלה פעילות בסיוע מכ"מ.
- כאשר לא פעלה בחווה מערכת מכ"מ, בתקופת האביב של שנת 2016, היו הטורבינות כבויות כ-29 שעות, ואילו באביב 2017, שבו הייתה מערכת מכ"מ, הטורבינות היו כבויות כ-17 שעות.

#### נקודה למחשבה: התחשבות בהשפעה מצטברת מחוות רוח רבות

במהלך הקמת חוות רוח, כמתואר לעיל, נעשה בדרך כלל תסקיר במקום הבודק את השפעתה על בריאות הציבור והסביבה. במדידת רעש מובאים בחשבון מלכתחילה רעשי הרקע ממקורות אחרים, ולנוכח זאת עולה השאלה אם גם בבדיקת ההשפעה על בעלי כנף משוקללת ההשפעה מחוות רוח אחרות ומפרויקטים נוספים שעתידיים לקום באותו אזור.

## 4.2. פגיעה בנוף ובתיירות

**רקע:** טורבינות רוח הן מתקנים גדולים ובולטים בנוף, שמגיעים לעיתים לגובה של 200 מ'. בין שמדובר בטורבינה אחת ובין שמדובר בחוות רוח, יש הטוענים כי הטורבינות פוגעות בנוף האזור שבו הן מוקמות. העניין רב משקל אף יותר לנוכח העובדה שבדרך כלל טורבינות גדולות מוקמות באזורים כפריים ובשטחים פתוחים שבהם אין מכשולים לזרימת הרוח, ולפיכך הטורבינות אינן מוסתרות ואינן 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 ושבעיני אנשים מסוימים, הטורבינות דווקא מוסיפות לנוף המקומי ויוצרות אטרקציה לתיירים, ומוקד משיכה לעובדים בתעשיות קשורות.

להלן מוצגים שלושה מחקרים שבדקו את הטענה בדבר פגיעה בתיירות במדינותיהם. יש להדגיש כי ההבדלים בין ישראל למדינות אלו מתבטאים גם בשיקולים הקשורים לתיירות.

- מחקר שפורסם בסקוטלנד בשנת 2008 והתבסס על סקר בקרב 380 תיירים מצא ש-25% מהתיירים ראו בטורבינות השפעה שלילית על הנוף, ושההתנגדות לטורבינות בלטה יותר בקרב תיירים מסקוטלנד עצמה ופחות בקרב תיירים מחוץ לארץ. מנגד, 39% מהתיירים ראו בטורבינות השפעה חיובית על הנוף. בקרב התיירים שראו טורבינות רוח בעת ביקורם, 2% אמרו כי הטורבינות יהיו שיקול בנוגע לביקור באותו מקום בעתיד.<sup>132</sup>

<sup>131</sup> 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.

<sup>132</sup> Glasgow Caledonian University, [The Economic Impacts of Wind Farms on Scottish Tourism: A Report for the Scottish Government](#), March 2008, pp. 8, 121.



- מחקר שבחן מגמות תיירות בגרמניה בשנים 2009–2012 מצא קשר חלש בין הקמת טורבינות רוח ביישובים (במיוחד הקמת טורבינות במספר גדול, בצפיפות רבה או הקמת טורבינות גדולות) לבין ירידה בתיירות, הקשורה לעלייה במספר התיירים ביישובים סמוכים שבהם צפיפות טורבינות נמוכה יותר. מנגד, המחקר מצא גם עלייה בתיירות בערי חוף שסביבן הוקמו טורבינות, דבר שעשוי להצביע על עניין של חלק מהאנשים בטורבינות בבחינת אטרקציה.<sup>133</sup>
- במחקר שהזמין הממשל בוויילס בשנת 2014 נמצאה מידה זניחה של השפעה שלילית של הטורבינות על משיכת תיירים מחו"ל וכן נמצא שהטורבינות מרוחקות בדרך כלל מהאטרקציות התיירותיות. עם זאת, נמצאה השפעה שלילית בזמן הבנייה של הטורבינות, בייחוד באזורים מסוימים. ככלל, המחקר הראה שהתגובה הציבורית לטורבינות מורכבת ומשתנה עם הזמן ושיש להתייחס לנושא התיירות בהליך התכנון, וכן להשקיע בהפיכת טורבינות לאטרקציות תיירותיות במקרים מסוימים.<sup>134</sup>
- **מדיניות לדוגמה:** יש מדינות שמביאות בחשבון את ההיבט של השפעת הטורבינות על הנוף ולפיכך מחייבות פיצוי על פגיעה אפשרית בתיירות. בדנמרק, למשל, יש מגבלה על הקמת טורבינות במרחק של שלושה ק"מ מחוף הים, והקמת טורבינה בשטח זה מחייבת הצדקה מיוחדת.<sup>135</sup> כמו כן, עם הקמת טורבינה (בכל מקום) המדינה מעניקה תשלום מיוחד לרשות המקומית, שגובהו מבוסס על תפוקת החשמל של הטורבינה החדשה שהוקמה, עד לרף מסוים. הכסף ניתן במסגרת קרן ייעודית לשימוש העירייה לצורך שיפור הנוף, הסביבה והתיירות בתחומה.<sup>136</sup>

#### נקודה למחשבה: פיתוחים טכנולוגיים ככלי להפחתת השפעת הטורבינות

אחת הגישות לטיפול בהיבטים של הפעלת הטורבינות המוזכרים במסמך זה היא פיתוח של האמצעים הטכנולוגיים הקשורים אליהן, לדוגמה:

- אפשר להפחית את רעש הטורבינה באמצעות עיצוב הלהבים שלה. דוגמה מעניינת היא עיצוב להבים בעלי בליטות הדומות לסנפיר לויתן. יש חוקרים שמחשיבים אותו לעיצוב יעיל יותר מבחינת ייצור חשמל או הפחתת רעש.<sup>137</sup>
- חישנים המותקנים על הטורבינות יכולים לשמש לזיהוי המקרים שבהם יש חשש מריצוד אך אין אור שמש, ובכך להפחית את הצורך בכיבוי הטורבינה.<sup>138</sup>

<sup>133</sup> Tom Broekel, Christoph Alfken, [Gone with the Wind? The Impact of Wind Turbines on Tourism Demand](#), *Energy Policy* 86, 2015, pp. 517-518.

<sup>134</sup> Regenes Consulting, [Study into the Potential Economic Impact of Wind Farms and Associated Grid Infrastructure on the Welsh Tourism Sector](#), February 2014, pp. 1-5.

<sup>135</sup> Danish Energy Agency, [Wind Turbines in Denmark](#), November 2015, p. 14.

<sup>136</sup> Ibid, pp. 23-24.

<sup>137</sup> 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 and Fernando Porté-Agel, [Near-Wake Flow Structure Downwind of a Wind Turbine in A Turbulent Boundary Layer](#), *Experiments in Fluids* 52(5), May 2012.

<sup>138</sup> ראו דוגמאות: Parsons Brinckerhoff, [Update of UK Shadow Flicker Evidence Base: Final Report for the Department of Energy and Climate Change](#), 2010, pp. 14-15, 42, 53.



- כפי שצוין לעיל, מערכות ממוחשבות לזיהוי בעלי כנף עשויות לסייע לתצפיתנים, וכך להפחית את הפגיעה בציפורים מוגנות מחד גיסא ולהפחית את שיעור כיבויי השווא מאידך גיסא.<sup>139</sup>
- בדנמרק מופעלת תוכנית לעידוד היזמים לחדש את הטורבינות. בתוכנית זו, יזמים שמפרקים טורבינות ישנות ויעילות פחות יקבלו מהמדינה אישור לגביית תעריף גבוה יותר על מכירת החשמל לרשת הארצית, עד לסכום מסוים. תוכנית זו נועדה לעודד שימוש בטכנולוגיות חדשות ושמירה על מקורות מתחדשים של אנרגיה.<sup>140</sup>

## 5. נושאים נוספים

להלן מוצגים נתונים שנמצאו במהלך הכתיבה, בנושאים נוספים שאינם קשורים במישרין לשיקולים של בריאות וסביבה, ועשויים להיכלל בדיון הרחב יותר על טורבינות רוח.

### 5.1. תכנון ורישוי ברמה הלאומית וברמה המקומית

במדינות שונות נוהגת חלוקה שונה של הסמכויות הקשורות להטלת מגבלות על טורבינות רוח ולאישור תוכניות שלהן בין מוסדות התכנון הלאומיים והארציים לבין גופי תכנון מקומיים. להלן כמה דוגמאות של חלוקת התפקידים בכמה מדינות:

- בדנמרק הרישוי נעשה על ידי הרשויות המקומיות, ויש הבדלים מסוימים בין נוהלי הרישוי בכל רשות ורשות. יש הוראות החלות ברמה הלאומית, למשל מגבלות המינימום על רעש והצללה, אך מידת הפרסום ושיתוף הציבור במסגרת ההליך התכנוני משתנה מרשות לרשות. במשרד הממשלתי העוסק באנרגיה פועל צוות ייעודי המציע לרשויות המקומיות סיוע מותאם לצורכיהן בנוגע ליישום ההנחיות, לנהלים מומלצים ולהיבטים נוספים של הסדרת ההקמה וההפעלה של הטורבינות.<sup>141</sup>
- ההוראות לפיתוח טורבינות רוח באירלנד הוחלו בשנת 2006, ומשנת 2013 הן נתונות בתהליך בחינה ועדכון. בניית הפרויקטים כפופה לתוכניות ולתקנות המקומיות, אך עם תחילת הליך הבחינה ביקשה הממשלה מן הרשויות להימנע מלעדכן את הוראותיהן עד השלמת העדכון, המתוכננת לתחילת 2018, ולפעול עד אז על פי כללים מיוחדים לתקופת הביניים.<sup>142</sup> בכללים המיוחדים נכללת מגבלה חמורה יותר על רעש, והם מחייבים מאמץ להפחתת ריצוד ומרחק מינימלי של 500 מ' או ארבע פעמים גובה הטורבינה (הגבוה מהם) בין הטורבינה לבתי מגורים. כמו כן נכללות בהם דרישות נוספות בנוגע לשיתוף הציבור.

<sup>139</sup> 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

<sup>140</sup> Danish Energy Agency, [Wind Turbines in Denmark](#), November 2015, p. 25

<sup>141</sup> Ibid, p.14.

<sup>142</sup> 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.



- בבריטניה פורסמה הצהרה ממשלתית בשנת 2015, שלפיה ראוי שהקמת מתקני אנרגיה מתחדשת תוסדר ברמה המקומית (על ידי המועצה המקומית), כך שלאוכלוסייה המקומית תהיה השפעה על ההקמה.<sup>143</sup> יש לציין כי באותו זמן נחשבה הקמת טורבינות גדולות (המייצרות מעל 50 מגה-ואט) לפרויקט הדורש אישור ממשרד הפנים. בשנת 2016 שונו התקנות לעניין זה והסמכות לאישור פרויקטים כאלה הועברה לגופי תכנון מקומיים.<sup>144</sup>

## 5.2. שיתוף הציבור ופיצוי תושבים

במקרים רבים המתנגדים לטורבינות רוח הם התושבים המתגוררים בקרבתן, בעיקר בגלל ההשלכות הבריאותיות והפגיעה בנוף ובתיירות. לפי ראש תחום משק האנרגיה האירופי בנציבות האירופית (European Commission), **במדינות האיחוד האירופי ניכרת התנגדות גוברת לטורבינות יבשתיות, לעומת תמיכה גוברת בהקמת טורבינות בים**. התנגדות זו באה לידי ביטוי בהתרבות הקבוצות המתנגדות לטורבינות וביחס לנושא בשיח הציבורי. אולם ככלל, הלך רוח ציבורי זה עדיין לא הביא לשינוי במדיניות בקרב מדינות האיחוד.<sup>145</sup> מצב דברים זה מדגיש את החשיבות האפשרית של שיתוף הציבור, בהיותו אמצעי להפחית את ההתנגדות להקמת הטורבינות.

במהלך הכנת המסמך עלו כמה נקודות הקשורות לשיתוף הציבור במדינות שנסקרו:

- באוקטובר 2016 קיבל בית המשפט האירופי לצדק (ECJ) החלטה שלפיה אישור תקנות ונהלים המסדירים הקמה של טורבינות רוח מחייב את שיתוף הציבור,<sup>146</sup> אך לא צוין איזו מידה של שיתוף נדרשת. החלטת בית המשפט מפנה לאמנה הבין-לאומית לגישה למידע, להשתתפות הציבור בקבלת החלטות ובגישה לצדק בנושאים סביבתיים, שלפיה יש לערב את הציבור בהליך קבלת ההחלטות באופן יעיל ולתת זמן מספיק לצורך הכרת התוכניות.<sup>147</sup> יש לציין כי ככלל, ממשלות מדינות האיחוד הן האמונות על הטמעת הוראות האיחוד האירופי ויישומן, ואילו האיחוד קבע בדירקטיבה רק מדיניות כללית לטיפול בנושא.

- דנמרק:<sup>148</sup>

○ בדנמרק, יזם המעוניין להקים טורבינה גבוהה מ-25 מ' נדרש לקיים אספת תושבים, ולפרסם את דבר קיומה במגוון ערוצי תקשורת. באספה יינתן לתושבים השכנים מידע שאושר על ידי המדינה על הפרויקט, ובכלל זאת הדמיה של הפרויקט הסופי ורשימת הכתובות הנמצאות בטווח של שש פעמים גובהה של הטורבינה. אספה זו צריכה להתקיים לכל הפחות ארבעה שבועות לפני סיום הליך הרישוי העירוני.

<sup>143</sup> Department for Communities and Local Government, [House of Commons: Written Statement \(HCWS42\)](#), June 2015.

<sup>144</sup> House of Commons Library, [Planning for Onshore Wind](#), July 2016, p. 5.

<sup>145</sup> Klaus-Dieter Borchardt, Director, Internal Energy Market, Directorate-General for Energy, European Commission, email, December 11, 2017.

<sup>146</sup> European Court of Justice, [Patrice D'Oultremont and Others v Région wallonne, Case C-290/15](#), October 27, 2016.

<sup>147</sup> 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.

<sup>148</sup> Danish Energy Agency, [Wind Turbines in Denmark](#), November 2015, pp. 22-23.





- תושבים הסבורים שערך ביתם יפחת בשל הטורבינות יכולים לבקש הערכה משמאי ממשלתי, ואם יימצא כי ערך רכושם יפחת בשל הטורבינה ביותר מ-1%, יהיו זכאים לפיצוי מהיזם (בדיקה זו כרוכה בתשלום, וניתנת חינם למי שביתו מרוחק מן הטורבינה מרחק של שש פעמים גובהה או פחות). ההסדר הזה מחייב רק כאשר לא נעשה הסכם אחר בין היזם לתושבים.
- דרישה נוספת מיזם שמקים טורבינה שגובהה יותר מ-25 מ' היא להציע לציבור לרכוש 20% מהפרויקט, ולתת עדיפות לתושבים המתגוררים בקרבת הטורבינות. רכישה זו נועדה לאפשר לתושבים ליהנות מפירות ההשקעה המקומית, וכן גם ליצור קשר בין התושבים ליזם, שיחייב את היזם לדאוג לצורכי הציבור.
- בבריטניה הקמת חוות טורבינות נחשבת פרויקט בסדר גודל המחייב התייעצות מקדימה עם הציבור, בהתאם לתקנות התכנון והבנייה. במסגרת התייעצות זו תוכניות ההקמה מפורסמות והציבור מוזמן לעיין בהן ולהביע את דעתו עליהן. לאחר מכן על היזם לדווח לרשויות התכנון כיצד פורסמו התוכניות, מה היו תגובות התושבים אליהן ואילו שינויים נעשו בתוכנית בעקבות התגובות. דרישות אלו נוספות על הוראות גוף התכנון המקומי.<sup>149</sup> בכל הנוגע לפיצוי תושבים, יש לציין כי היחס לטורבינות הוא כאל יוזמות ציבוריות אחרות שבגינן אפשר לבקש פיצוי כאשר אין אפשרות של תביעת נזיקין בשל גיבוי מכוח חוק. לפי פרסום של בית הנבחרים הבריטי, מדובר על נסיבות קיצוניות, וככלל, טורבינות אינן מוקמות בנסיבות שבהן צפוי להיגרם נזק לתושבים שדורש פיצוי.<sup>150</sup>
- יש לציין כי בשנים 2014–2015 פרסמה ממשלת בריטניה מידע על קידום תוכניות של בעלות קהילתית על מתקני אנרגיה מתחדשת (Community Energy). בתוכניות נכללו הקלות במיסים, פעילות הסברה וליווי ממשלתי. מתכונת כזאת, שבה התושבים הם הבעלים, עשויה להפחית את ההתנגדות שלהם ולהגדיל את יכולתם להשפיע על הפרויקט. ככל הנראה, בשנת 2015 דעכה התמיכה ביוזמה זו וההטבות בוטלו.<sup>151</sup>
- באירלנד פורסם בדצמבר 2016 קוד מקצועי לפיתוח אנרגיית רוח, שנכתב על ידי הממשלה בהתייעצות עם היזמים. הקוד אינו מחייב מבחינה חוקית, אך לדברי הממשלה, הוא זוכה לתמיכת היזמים.<sup>152</sup> מטרת הקוד היא לעודד דו-שיח בין היזמים לציבור כדי להימנע מהשלכות שליליות לטווח הארוך. בקוד מובאות, בין היתר, ההמלצות האלה:<sup>153</sup>
  - מינוי איש קשר עם הקהילה המקומית, שעונה לפניות התושבים ומספק להם מידע באופן שוטף, ומוסר דיווחים עיתיים לציבור ולנבחרי הציבור עם השלמת שלבים בפרויקט;
  - פרסום לציבור על מצבו של הפרויקט ועמידתו ברגולציה;
  - שילוב הקהילה בפרויקט באמצעות מתן הזדמנויות תעסוקה, הנחות על רכישת חשמל, שיתוף בתור בעלי מניות וכדומה;

<sup>149</sup> House of Commons Library, [Planning for Onshore Wind](#), July 2016, pp. 5-6.

<sup>150</sup> House of Commons Library, [Wind Farms – Distance from Housing](#), November 2010, p. 5.

<sup>151</sup> 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.

<sup>152</sup> Department of Communications, Climate Action & Environment, [Code of Practice for Wind Energy Development in Ireland](#), retrieved on November 7, 2017.

<sup>153</sup> Department of Communications, Climate Action & Environment, [Code of Practice for Wind Energy Development in Ireland: Guidelines for Community Engagement](#), December 2016.



- סיוע לציבור בהשגת מידע ממקורות בלתי תלויים כגון אנשי מקצוע ומומחים מהאקדמיה וארגוני המגזר השלישי.
- בסקוטלנד פורסמו בשנת 2015 המלצות לאופן תגמול הקהילה בפרויקטים של אנרגיה מתחדשת. בהמלצות נכללים:<sup>154</sup>
  - זיהוי של התושבים המושפעים מן המתקנים והקהילה שסביבם ויצירת דו-שיח בינם לבין היזם, באמצעות פרסומים, מפגשים, קבוצות עבודה ועוד;
  - תגמול באמצעות קידום של בעלות קהילתית על הטורבינות, קביעת מחיר חשמל מופחת לתושבי המקום, השקעה של היזמים בתשתיות מקומיות, בטבע ובתיירות. מומלץ שקבלת ההחלטה על אופן התגמול תיעשה בשקיפות ובשיתוף הציבור.
- משנת 2011 ממשלת סקוטלנד מפעילה תוכנית תמיכה באמצעות ייעוץ והלוואות ליוזמות אנרגיה מתחדשת בבעלות מקומית או קהילתית, שיש בהן "תרומה משמעותית לקהילה המקומית" (CARES – Community And Renewable Energy Scheme).<sup>155</sup>
- באונטריו שבקנדה השתנו בשנים האחרונות הדרישות הנוגעות לשיתוף הציבור בהחלטות הנוגעות לאנרגיה מתחדשת: בשנים 2009–2015 מעורבות הציבור בשלב הקודם לתכנון הייתה רק מומלצת, ואילו לפי המדיניות החלה כיום, יזמים נדרשים להציג תוכנית לשיתוף הציבור ולקיים לכל הפחות מפגש אחד עם הציבור, ופרויקטים החייבים בתסקיר השפעה על הסביבה נדרשים לקיים לאחריו מפגש עם הקהילה המקומית, שבו יוצג מידע על הפרויקט. בפרויקטים שבהם מיוצרים יותר משלושה קו"ט, היזם נדרש לפרסם את התוכנית ואת המפגשים בעיתון מקומי, וסיכום המפגשים האלה הוא חלק מהתסקיר הנדרש. גופי התכנון מפרסמים את סיכומי המפגשים באופן מקוון והציבור מוזמן להוסיף הערות במשך 30 יום.<sup>156</sup>

### 5.3 מגבלות טיסה

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

- בדנמרק, כל טורבינה הגבוהה מ-100 מ' נדרשת לאישור רשות התעופה האזרחית ובטורבינות מגובה 150 מ' נדרשת התקנת אורות על פי תקנות התעבורה האווירית (הצורך בהתקנת אורות בטורבינות בגובה שבין 100 מ' ל-150 מ' נבחן בכל מקרה לגופו). באזורים סביב שדות תעופה מחילים מגבלת גובה מיוחדת, והיא מצוינת בתוכניות מקומיות ועירוניות.<sup>157</sup>

<sup>154</sup> Local Energy Scotland, [Scottish Government Good Practice Principles for Shared Ownership of Onshore Renewable Energy Developments](#), September 2015, pp. 8-16.

<sup>155</sup> Scottish Government, [Community and Renewable Energy Scheme](#), retrieved on November 14, 2017; Local Energy Scotland, [CARES: Progress and Impact](#), 2016.

<sup>156</sup> 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.

<sup>157</sup> Danish Energy Agency, [Wind Turbines in Denmark](#), November 2015, p. 10.



- בארצות הברית, רשות התעופה האזרחית (FAA) לא פרסמה מגבלה רשמית אך היא ממליצה על גובה טורבינה מרבי של כ-152 מ' (500 רגל). טורבינות גבוהות יותר נדרשות לאישורים מיוחדים, וכמו כן מחייבות פנייה לציבור והזמנת הערות הנוגעות לתחום התעופה, וגם התקנה של תאורה מיוחדת.<sup>158</sup>

## 6. קידום ופיתוח של 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.<sup>159</sup> בהחלטה נקבע כי משנת 2007 יופקו עד 2% מהחשמל המסופק לצרכנים במתקני ייצור הפועלים באמצעות אנרגיות מתחדשות, וששיעור זה "יעלה בקצב של 1% בכל שלוש שנים". עוד נקבע כי משנת 2016 יופקו לפחות 5% מהחשמל המסופק לצרכנים במתקנים כאלה.
- בינואר 2009 עודכן היעד כאשר קבעה הממשלה 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 מתחדשות 5% מהחשמל.<sup>160</sup>
- בספטמבר 2015 קבעה הממשלה כי בשנת 2025 יהיה שיעור החשמל שייוצר באמצעות אנרגיה מתחדשת 13% לפחות בכלל צריכת החשמל באותה שנה, וכי בשנת 2030 יהיה שיעור החשמל שייוצר באמצעות אנרגיה מתחדשת 17% לפחות בכלל צריכת החשמל באותה שנה.
- בכל הנוגע למימוש יעדים אלו, יש לציין שבשנת 2016 היה שיעור החשמל שיוצר באמצעות אנרגיות מתחדשות כ-2.6% מכלל החשמל שיוצר. על פי נתונים על מימוש מכסות האנרגיה המתחדשת שפורסמו בדוח רשות החשמל משנת 2016, מכלל מקורות האנרגיה המתחדשת, שיעור המימוש של מכסות האנרגיה הסולריות קרוב למילוי יעד הממשלה, ואילו שיעור המימוש של מכסות הרוח והביו-גז נמוך מאוד – 13% ממכסת היעד לאנרגיית ביו-גז (13 מגה-ואט מ-100) ו-3.6% ממכסת היעד לאנרגיית רוח (27 מגה-ואט מ-730).<sup>161</sup>

<sup>158</sup> 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.

<sup>159</sup> מזכירות הממשלה, [החלטת ממשלה 2664 \(חכ/44\): מדיניות ייצור החשמל – אנרגיות מתחדשות](#), 4 בנובמבר 2002.

<sup>160</sup> מזכירות הממשלה, [החלטת ממשלה 4450: קביעת יעד מנחה וגיבוש כלים לקידום אנרגיות מתחדשות, בפרט באזור הנגב והערבה](#), 29 בינואר 2009.

<sup>161</sup> רשות החשמל, [דו"ח מצב משק החשמל לשנת 2016](#), 2016, עמ' 14. המכסה לאנרגיית רוח שנקבעה בשנת 2011 הייתה 800 מגה-ואט, אולם בשנת 2014 הופחתה ל-730. ראו [החלטת ממשלה מס' 2117, יישום יעדי הממשלה לייצור חשמל ממקורות מתחדשים – דיון בעררים על החלטת ועדת השרים לעניין קידום, פיתוח ויישום אנרגיות מתחדשות](#), 22 באוקטובר 2014



## • 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.<sup>162</sup> במסמך המדיניות המעודכן היה צריך להיכלל 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.**<sup>163</sup>
- בשנת 2017 התקבל תיקון (כהוראת שעה) לחוק משק החשמל, התשנ"ו-1996, ולפיו על שר התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים לגבש תוכנית עבודה רב-שנתית לעמידה ביעדים שקבעה הממשלה. עוד נקבע בתיקון 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.<sup>164</sup>

## 6.2. הסדרה של הקמת טורבינות רוח בישראל

כמו פרויקטים אחרים של תשתיות, תכנון טורבינות רוח נעשה על פי חוק התכנון והבנייה, התשכ"ה-1965. המועצה הארצית לתכנון ולבנייה אישרה באפריל 2012 מסמך מדיניות לקידום תוכניות להקמת טורבינות רוח לייצור חשמל. בעקבות המסמך הוכנה תוכנית מתאר ארצית לטורבינות רוח – תמ"א 12/ד/10, ואושרה על ידי הממשלה באוגוסט 2014. תמ"א 12/ד/10 נועדה לקדם הקמת טורבינות רוח ולקבוע את הכלים וההנחיות הנדרשים להכנת תוכניות ולמתן היתרים להקמתן.<sup>165</sup>

בתוכנית מוגדרת חלוקה של הטורבינות על פי גובהן (הגובה המרבי שאליו מגיע קצה הלהב): גובהה המרבי של טורבינה זעירה הוא 4 מ'; גובהה המרבי של טורבינה קטנה הוא 18 מ'; גובהה המרבי של טורבינה בינונית הוא 40 מ'; וטורבינה גבוהה מ-40 מ' נקראת טורבינה גבוהה. מסלול האישור של הטורבינה נקבע על פי גובהה. בתוכנית מותווים שני מסלולים לאישור והקמה של טורבינות, והמסלול נקבע על פי גובה הטורבינה:<sup>166</sup>

- **מסלול ההיתרים** – מסלול זה מאפשר הקמת טורבינות שאינן גדולות בהליך של היתר, ובמגבלות מסוימות – אם על המיקום המוצע חלה תוכנית מתאר מפורטת, ואף אם לא נכללות בה טורבינות רוח.

<sup>162</sup> מזכירות הממשלה, [החלטת ממשלה 3484: מדיניות הממשלה בתחום הפקת אנרגיה ממקורות מתחדשים](#), 17 ביולי 2011.

<sup>163</sup> מבקר המדינה, **דוח שנתי 68א: השפעת ייצור החשמל על איכות האוויר בישראל**, אוקטובר 2017, עמ' 52-53.

<sup>164</sup> חוק משק החשמל (תיקון מס' 14 – הוראת שעה), התשע"ז-2017.

<sup>165</sup> הצוות הבין-משרדי לבחינת תאי שטח בעלי פוטנציאל להקמת חוות טורבינות רוח גדולות, [המלצות הצוות למועצה הארצית לתכנון ולבנייה: סיכום שלב א'](#), פברואר 2014, עמ' 4-5; המועצה הארצית לתכנון ובנייה, [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 12/ד/10](#), 28 באוגוסט 2014.

<sup>166</sup> המועצה הארצית לתכנון ובנייה, שם, סעיפים 5, 8-9, דברי הסבר לתוכנית, עמ' 43-47.



• **מסלול התוכניות** – במסלול זה היזם נדרש להגיש למוסד תכנון תוכנית מתאר מקומית או תוכנית מתאר 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 ובתל עיסניה. שלוש החוות מייצרות יחד כ-21–27 מגה-ואט. הן הוקמו לפני אישור התמ"א, ולפי משרד האנרגיה, עד כה לא הוקמו חוות טורבינות על פי הוראות התמ"א.<sup>167</sup> בדצמבר 2017 היו 23 תוכניות בשלבים שונים של תהליך התכנון והאישור. רשימת התוכניות מפורטת בנספח למסמך זה.

יש מגוון סיבות לחסמים להקמת טורבינות רוח. נוסף על שיקולים בריאותיים וסביבתיים כמפורט במסמך זה, יש גם חסמים כגון התנגדות מצד משרד הביטחון, חשש מפגיעה בנוף, חסמים הקשורים לשאלות בדבר מגבלות שהטורבינות יצרו על הפעלת טייסת הכיבוי במקרה של שרפות, חסמים הקשורים למרחק הלהבים מקווי מתח, לשאלות בנוגע לוודאות התכנונית, לתעריף החשמל המיוצר ולעלויות אחרות של הקמת הטורבינות, בין היתר. נושאים אלו ואחרים עמדו במרכזם של שני דיוני ועדות בכנסת העשרים:

- ועדת הכלכלה דנה בנושא הסרת חסמים המונעים הקמת טורבינות קטנות ובינוניות ביוני 2016;<sup>168</sup>
- ועדת המשנה של ועדת המדע והטכנולוגיה לקידום טכנולוגיות לאנרגיה מתחדשת – פיקוח ומעקב אחר יישום החלטות ועידת פריז דנה בחסמים לקידום השימוש בטורבינות רוח בינואר 2017. בסיכום הדיון קבעה חברת הכנסת יעל כהן-פארן, יו"ר ועדת המשנה, שיש צורך בדיונים נוספים בעניין ואמרה כי גם אם ייצור אנרגיה מכל סוג שהוא כרוך בפגיעה מסוימת וגורר אחריו השלכות כאלה ואחרות, צריך לשקול גם מה עומד מנגד.<sup>169</sup>

כמו כן, בשנים 2011 ו-2012 הוצעו תיקונים לחוק התכנון והבנייה, במטרה לפטור הקמת טורבינות רוח בקרקעות בעלות ייעוד חקלאי, ייעוד תעשייתי או ייעוד למתקן הנדסי מחלק מהוראות החוק. הדבר יקל את הקמתן ויבטל את הצורך בבקשת היתר בחלק מהמקרים. הצעות אלה לא קודמו אל מעבר להנחה לפני דיון מוקדם.<sup>170</sup>

### 6.3. הסדרת היבטים בריאותיים וסביבתיים של טורבינות רוח בישראל

כפי שתואר במסמך זה, גורמי הסיכון הבריאותיים המזוהים ביותר עם טורבינות רוח הם רעש וריצוד, ו בנוגע לרעש יש גם דאגה מפני קול בתדירות נמוכה במיוחד, שנמצא מתחת לרף השמיעה של מרבית האנשים – אינפרא-קול (infrasound). כאמור, אופן הטיפול המקובל במדינות בעולם הוא קביעת מרחק מינימלי של הטורבינה ממגורים ומדידת רמת הרעש, וכן הגבלת זמן הריצוד המותר. בנוגע להשפעת הטורבינות על הסביבה, הדאגה העיקרית היא פגיעה בבעלי כנף – ציפורים ועטלפים.

<sup>167</sup> 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.

<sup>168</sup> ועדת הכלכלה, [קידום הקמת טורבינות רוח](#), 21 ביוני 2016.

<sup>169</sup> 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.

<sup>170</sup> הצעת חוק התכנון והבנייה (תיקון – הקמת טורבינות רוח בייעוד למטרות חקלאות, תעשייה ומתקנים הנדסיים), התשע"ב–2012, פ/18/3901; הצעת חוק התכנון והבנייה (תיקון – הקמת טורבינות רוח בקרקע בייעוד חקלאי ותעשייתי), התשע"א–2011, פ/18/2907. שתי הצעות היו יוזמה של חברי הכנסת כרמל שאמה הכהן, רוברט אילטוב ושי חרמש.



בישראל אין תקנות ייעודיות לטורבינות רוח הנוגעות לרעש, לריצוד ולפגיעה בבעלי כנף מלבד המוזכר 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. בתקנות למניעת מפגעים (רעש בלתי סביר), התש"ן–1990, נקבעו אמות מידה של דציבלים, ומידות רעש וגורמי רעש מסוימים אסורים בחוק ובתקנות.<sup>171</sup> התקנות מבדילות בין מפלסי רעש על פי משך הרעש, ואפשר להניח שרעש טורבינה יימדד לפי הרף העליון בתקנות, המיועד למקורות רעש המתמשך יותר מתשע שעות ברצף. לפי רף זה, הרעש המותר בשעות היום הוא 45 dB(a) במוסדות כגון בתי חולים ובתי ספר ו-50 dB(a) בבתי מגורים, ובשעות הלילה – 35 dB(a) ו-40 dB(a), בהתאמה.<sup>172</sup> יש לציין שמדידת רעש זו היא של הרף הנשמע ולא של אינפרה-קול.

○ לפי הוראות התמ"א, לשם קבלת היתר יזם נדרש לספק, בין היתר, מפה של מפלסי רעש צפויים ותשריט הכולל את השטחים החשופים לריצוד – במהלך יום או שנה. לאחר מכן יקבע מוסד התכנון תנאים להיתר, ובהם המרחקים הנדרשים לצמצום הרעש והריצוד. עוד נקבע תנאי בטיחות שלפיו המרחק המינימלי בין הטורבינה למבנה אחר, השוכן בשטח שאינו משותף לו וטורבינה, יהיה 1.5 פעמים גובה הטורבינה או המרחק שייקבע על פי בדיקות הרעש והריצוד.<sup>173</sup>

○ בשנת 2017 פרסמו משרד הבריאות והמשרד להגנת הסביבה המלצה שלפיה הקמת טורבינת רוח במרחק פחות מ-500 מ' מבית מגורים תחייב בחינה של הריצוד ושל השפעת הרעש בתדירות נמוכה. כאשר המרחק הוא 500–1,000 מ', מומלץ לבדוק השפעות אפשריות של הרעש באותו טווח (אך לא את הריצוד).<sup>174</sup> יודגש כי מדובר על המלצה, שאינה חלק מהתמ"א ואין לה תוקף מחייב.

• **פגיעה בבעלי כנף:**

○ ההגנה על ציפורי בר בישראל מעוגנת בחוק להגנת חייית הבר, התשט"ו–1955 ובחוק גנים לאומיים, שמורות טבע, אתרים לאומיים ואתרי הנצחה, התשנ"ח–1998, המנחה את רשות

<sup>171</sup> החוק למניעת מפגעים, התשכ"א–1961, סעיף 2; תקנות למניעת מפגעים (רעש בלתי סביר), התש"ן–1990.

<sup>172</sup> תקנות למניעת מפגעים (רעש בלתי סביר), התש"ן–1990, תוספת ראשונה. בשעות הלילה המגבלה היא על כל רעש שנמשך יותר מ-30 דקות. כמו כן, לשוטר ניתנה סמכות לקבוע, על פי שיקול דעתו, שרעש המפריע לאדם נחשב "רעש חזק". במקרה כזה, השוטר רשאי להורות על הפחתת הרעש, לקנוס את מי שאחראי לו או לנקוט צעדים אחרים הקבועים בחוק (אחד העונשים שנקבעו בחוק למניעת מפגעים הוא מאסר של שישה חודשים). החוק למניעת מפגעים, התשכ"א–1961, סעיפים 2, 11.

<sup>173</sup> 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.

<sup>174</sup> 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.



- הטבע והגנים לשמור על הנוף, המורשת וערכי הטבע בארץ, ובכלל זאת בעלי חיים (בפרט על ערכי טבע מוגנים כגון חיות בסכנת הכחדה) ומקנה לנציג הרשות מקום בגופי תכנון.<sup>175</sup>
- יש לציין כי עם האמנות שאושרו על ידי ישראל נמנית גם האמנה בדבר שימור מינים נודדים של חיות בר (CMS), המחייבת את החברות בה להגן על חיות בר (ובהקשר זה – בעלי כנף) בין היתר גם מטורבינות רוח,<sup>176</sup> וכן האמנה לשמירה על עטלפים באירופה, Eurobats, המחילה חיוב דומה בנוגע לאוכלוסיית העטלפים.<sup>177</sup>
  - בחינת הפגיעה האפשרית בבעלי כנף נכללת בשיקול הדעת הניתן בתמ"א למוסד התכנון, והקמת טורבינות בינוניות וגדולות מחייבת בחינה של הפוטנציאל הראשוני לפגיעה בבעלי כנף, וקבלת חוות דעת של המשרד להגנת הסביבה ורשות הטבע והגנים בעניין. היזם עשוי להידרש לבצע סקר בעלי כנף, ולפי המוצע בתמ"א, מדובר בסקר המתבסס על מידע אמפירי שנאסף במשך שנה.<sup>178</sup>
  - בדצמבר 2015 הוקמו שלושה צוותים שמטרתם לגבש המלצות אופרטיביות בסוגיות הקשורות לבעלי כנף. הצוותים פעלו במסגרת הצוות הבין-משרדי לבחינת תאי שטח בעלי פוטנציאל לשמש להקמת חוות רוח גדולות. הצוותים היו אמורים להגיש את המלצותיהם עד מרס 2016.<sup>179</sup> בהיעדר הסכמה לא הוכרע הנושא בדיוני הצוות הבין-משרדי ולא פורסמו המלצות מטעם מינהל התכנון. לפי מינהל התכנון, הדיונים במוסדות התכנון השונים בנוגע להגבלת הפגיעה בבעלי כנף עסקו בכל תוכנית לגופה, על פי סקר בעלי כנף וחוות הדעת של המשרד להגנת הסביבה.<sup>180</sup>

#### 6.4. ההסדרה בישראל לעומת ההסדרה במדינות אחרות

להלן מוצג בקצרה מידע על הסדרת ההקמה וההפעלה של טורבינות רוח בארץ לעומת ההסדרה 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 האחרות שנסקרו במסמך, נמצא כי בישראל הרעש המרבי המותר בלילה באזור מגורים כפרי (שבו חלה ההגבלה המחמירה יותר לאזור מגורים) הוא 40 dB(a), אותו רף כמו באונטריו שבקנדה, בבריטניה ובבאדן-וירטמברג שבגרמניה. רף מחמיר יותר נהוג בצרפת (38 dB(a)) ובקווינסלנד 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

<sup>175</sup> חוק גנים לאומיים, שמורות טבע, אתרים לאומיים ואתרי הנצחה, תשנ"ח–1998, סעיפים 1, 6, 7, 69.

<sup>176</sup> UNEP, Convention on Migratory Species, [Renewable Energy Technologies and Migratory Species: Guidelines for Sustainable Deployment](#), November 2014.

<sup>177</sup> Eurobats, [Guidelines for Consideration of Bats in Wind Farm Projects, Revision 2014](#), 2015.

<sup>178</sup> 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.

<sup>179</sup> מינהל התכנון, אגף תכנון ארצי, [הצוות הבין-משרדי לבחינת תאי שטח בעלי פוטנציאל להקמת חוות רוח גדולות: החלטות ישיבה מס' 15](#), 24 בדצמבר 2015.

<sup>180</sup> רן דרסלר, מינהל התכנון, אגף תכנון ארצי, דוא"ל, 17 בדצמבר 2017.



שאפשר להניח שהמגבלה באזור כפרי תהיה מחמירה יותר, אולם טרם פורסמו המלצות בנושא זה. בישראל, כמו ברוב המדינות שהוצגו, חסרה הסדרה ייחודית של בחינת האינפרה-קול והגבלתו.

- **ריצוד:** בישראל לא נקבעה מגבלה בחוק או בתקנות בנוגע לריצוד והנושא נשקל במוסדות התכנון. במדינות שהוצגו במסמך המגבלה המקובלת ליום אחד היא 30 דקות, ומספר השעות המותר בשנה אחת נע בין שמונה(בגרמניה) ל-30 שעות (בבריטניה ובמיין שבארצות הברית). גם במקרים אלו, סביר שגופי תכנון מקומיים יכולים להחיל מגבלות נוספות. יש לציין את אירלנד, שבה הוחלה מדיניות האוסרת כל ריצוד.

- **מרחק:** במרבית המדינות שהוצגו במסמך זה המרחק הנדרש של הטורבינה ממקום מגורים נגזר מגובה הטורבינה. בישראל, המרחק שנקבע בתמ"א הוא 1.5 פעמים גובה הטורבינה. במדינות אחרות שנסקרו ושהן נקבע תחשיב דומה, 1.5 הוא השיעור הנמוך ביותר (חל גם במיין שבארצות הברית), ואילו מגבלות מחמירות יותר נמצאו למשל בדנמרק (ארבע פעמים גובה הטורבינה) ובפולין (עשר פעמים גובהה). בכמה מדינות נקבע מרחק קבוע במטרים, בהן צרפת – שבה הרף המתוקן הוא 500 מ', כמו הרף המינימלי שעליו המליצו המשרד להגנת הסביבה ומשרד הבריאות בישראל – ומנגד סקוטלנד, שבה רף מומלץ של 2 ק"מ.

- **הגנה על בעלי כנף:** בישראל, כמו בשאר העולם, הנושא נמצא בסמכות גופי התכנון. יש מדינות המחילות בחוקים ובתקנות מכסות של פגיעה בבעלי כנף וכן עונשים על חריגה מהן, ובכלל זאת קנסות ועונשים על הפוגעים במינים בסכנת ההכחדה (למשל הולנד, בריטניה, ארצות הברית ואונטריו שבקנדה). האמצעים המסייעים למניעת הפגיעה או המזעור שלה משתנים מפרויקט לפרויקט, וככלל, לא נמצא אזכור לחובה לנקוט אמצעי מסוים בהסדרה הכללית. עם זאת, ההמלצה העיקרית שנמצאה במהלך כתיבת מסמך זה היא לכינון משטר הפעלה הכולל כיבוי טורבינות במקרה הצורך.





**נספח: תוכניות להקמת טורבינות רוח בישראל והסטטוס התכנוני שלהן, דצמבר 2017<sup>181</sup>**

שם האתר	מוסד התכנון	מס' התוכנית	מספר הטורבינות <sup>182</sup>	הספק במגה-ואט	הסטטוס התכנוני
מעלה גלבוע (חדש)	מחוז צפון	202-0227611	5	20	אושרו הנחיות לתסקיר בתנאים; הוטלו מגבלות גובה של מערכת הביטחון
מירב	מחוז צפון	202-0292987	6	21	נעשתה פנייה לקבלת הנחיות לתסקיר בתנאים; הוטלו מגבלות גובה של מערכת הביטחון
כסרא אנלייט	מחוז צפון	255-0220814	6	20	היה דיון להפקדה ב-4.9.17 ונדרש דיון המשך
כסרא זודיאק	מחוז צפון	258-0232264	11+24*	61	היה דיון להפקדה ב-4.9.17 ונדרש דיון המשך
עין השופט	מחוז צפון	254-0286005	9	32	התוכנית נדחתה ב-20.11.17
יאנוח גית	מחוז צפון	255-0230904	14+17*	54	היה דיון להפקדה ב-4.9.17 ונדרש דיון המשך
כפר יחזקאל	מחוז צפון	204-0284679	6	24	הוחלט להפקיד בתנאים ב-20.11.17
בית אלפא	מחוז צפון	204-0305110	3	12	היו דיונים להפקדה ב-4.9.17 וב-20.11.17 ונדרש דיון המשך
עין חרוד	מחוז צפון	204-0284539	5	20	הוחלט להפקיד בתנאים ב-20.11.17
גבע	מחוז צפון	204-0284711	5	20	הוחלט להפקיד בתנאים ב-20.11.17
מסילות	מחוז צפון	202-0415083	3	12	הוגש תסקיר

<sup>181</sup> שירלי לוי, מנהלת תחום תכנון פיזי, משרד האנרגיה, דוא"ל, 5 בדצמבר 2017. ככלל, מדובר בנתונים ראשוניים, בהתאם לבקשות שהוגשו, ובמהלך הדיונים במוסדות התכנון אפשר להטיל מגבלות על הפרויקט, למשל על מספר הטורבינות והגובה שלהן, או לקבוע שמימוש התוכניות ופוטנציאל ההפעלה יהיו חלקיים.

<sup>182</sup> ככלל הטורבינות המבוקשות הן גדולות (שגובה התורן בהן עולה על 40 מ'), מספרים המסומנים בכוכבית הם של טורבינות בינוניות (בגובה תורן מרבי של 40 מ').



הכנסת

מרכז המחקר והמידע

שם האתר	מוסד התכנון	מס' התוכנית	מספר הטורבינות <sup>182</sup>	הספק במגה-ואט	הסטטוס התכנוני
מעלה גלבע (חדש)	מחוז צפון	202-0227611	5	20	אושרו הנחיות לתסקיר בתנאים
מירב	מחוז צפון	202-0292987	6	21	נעשתה פנייה לקבלת הנחיות לתסקיר בתנאים
כסרא אנלייט	מחוז צפון	255-0220814	6	20	היה דיון להפקדה ונדרש דיון המשך
כסרא זודיאק	מחוז צפון	258-0232264	*24+11	61	התקיים לדיון להפקדה ונדרש דיון המשך
עין השופט	מחוז צפון	254-0286005	9	32	התוכנית נדחתה בנובמבר 2017
יאנוח גית	מחוז צפון	255-0230904	*17+14	54	התקיים לדיון להפקדה ונדרש לדיון המשך
כפר יחזקאל	מחוז צפון	204-0284679	6	24	הוחלט להפקיד בתנאים
בית אלפא	מחוז צפון	204-0305110	3	12	נדרש דיון להפקדה
עין חרוד	מחוז צפון	204-0284539	5	20	הוחלט להפקיד בתנאים
גבע	מחוז צפון	204-0284711	5	20	הוחלט להפקיד בתנאים
מסילות	מחוז צפון	202-0415083	3	12	הוגש תסקיר
חפציבה	מחוז צפון	204-0367599	3	12	הוגש תסקיר
אשדות יעקב מאוחד	מחוז צפון	204-0390385	5	12	הקידום הוקפא; הוגשה התנגדות משרד הביטחון
כוכב הירדן	מחוז צפון	204-0455436	4	10	הקידום הוקפא, הוגשה התנגדות משרד הביטחון
דגניה ב'	מחוז צפון	214-0378315	5	20	נעשתה פנייה לקבלת הנחיות לתסקיר



הכנסת

מרכז המחקר והמידע