

חסימי רעש שקופים והשפעתם על עופות

דו"ח ביניים יוני 2025

ד"ר דותן רותם, ד"ר אריאלה רוזנצוויג, ד"ר יואב פרלמן

רקע

הרחבת ישובים וערים בעשורים האחרונים וסמיכותן של מסילות ברזל וכבישים לבתי מגורים מחייבות נקיטת אמצעים לצמצום מפגעי רעש כלפי אוכלוסייה אנושית. הרעש נוצר בעיקר מחיכוך הגלגלים במסילה או בכביש, ברכבת וברכב בהתאמה (Bernhard et al., 2005; Nielsen et al., 2021). לכן המעבר, למשל, לרכב או רכבת חשמליים לא מצמצמים את תופעת הרעש באופן מהותי. החלופות לצמצום הרעש יכולות להיות מוטמעות בביצוע התשתית עצמה. סלילת כביש עם 'אספלט שקט' (Bernhard et al., 2005), או תוספת של רפידות למסילות ברזל (Nielsen et al., 2021). הפתרון המקובל יותר הוא קיר רציף בשול התשתית. יש משמעות למיקום הקיר ביחס למסעה או למסילת הברזל. ככל שהקיר ממוקם קרוב יותר למסילת הברזל או לכביש הוא יכול להיות נמוך יותר כי הוא בולם את גל הקול קרוב יותר למקור הרעש. בפועל מסיבות שונות מוקמים קירות בגובה של כמה מטרים במרחק ניכר מהמסילה או מהכביש. הצופה מהצד חווה שני טיפוסים קירות. אטום ושקוף. השקופים בנויים חומר אקרילי שקוף בעובי של כמה מילימטרים ואילו האטומים בנויים קורות בטון או מתכת אנכיים וביניהם לוחות בטון (תמונות 2, 3). הקיר השקוף מאפשר תצפית לעבר הנוף ובמידה רבה, מבחינה ויזואלית, תושבי השכונה או העוברים בכביש ממשיכים לראות את הנוף הנשקף מעברו השני. כאן גם טמונה הבעיה המרכזית לעופות ולבעלי חיים בכלל. העופות ולפעמים גם עטלפים לא מבחינים כלל בקיר השקוף או שמבחינים בשמים או הצמחייה המשתקפים דרכם ומנסים להמשיך בתעופה ישירה דרך הקיר (Loss et al., 2014). ככלל גם בני אדם לא מבחינים בזכוכית שקופה אך לומדים על האפשרות לקיומה מתוך ניסיון, למשל, המצאות ידיות, אלמנטים הנדסיים תומכים, זוויות וכיוב' ועדין, מדי פעם בני אדם מתנגשים בחלונות שקופים (Sheppard, 2019; Gibson and Walk, 1960). בגני חיות ניתן ללמד עופות בתצוגה על נוכחות של זכוכית בשיטות שונות אך ככלל ציפורים אינן מבינות את מושג הזכוכית כמחסום שקוף או רפלקטיבי ואינן יכולות להשתמש בסימנים שבני אדם משתמשים בהם (Sheppard, 2019). לפיכך, העופות נחבטים בקיר השקוף. תוצאת ההתנגשות תלויה במהירות ובזווית ההתנגשות. העופות הנחבטים יכולים לצאת ללא פגיעה נראית לעין ולהמשיך בתעופה, אך לעיתים קרובות העופות, עלולים להיפצע וליפול רחוק מהקיר או להיפגע פגיעה אנושה ולצנוח למרגלות הקיר.

מיקומה הגיאוגרפי הייחודי של ישראל, בגשר היבשתי המחבר בין יבשות אסיה אירופה ואפריקה, הופך אותה ציר נדידה לעופות, מהחשובים והעמוסים בעולם. מעל לישראל חולפות פעמיים בשנה מאות מיליוני ציפורים, חלקן אף נשארות בישראל בחורף. בנוסף, בישראל ישנו מגוון רחב של עופות שדוגרים כאן, חלקם יציבים ואחרים מבקרי קיץ. הציפורים המקומיות מבצעות תנועה יומית למשל בין אתרי לינה או קינון לבין אתרי שיחור מזון או שתיה.

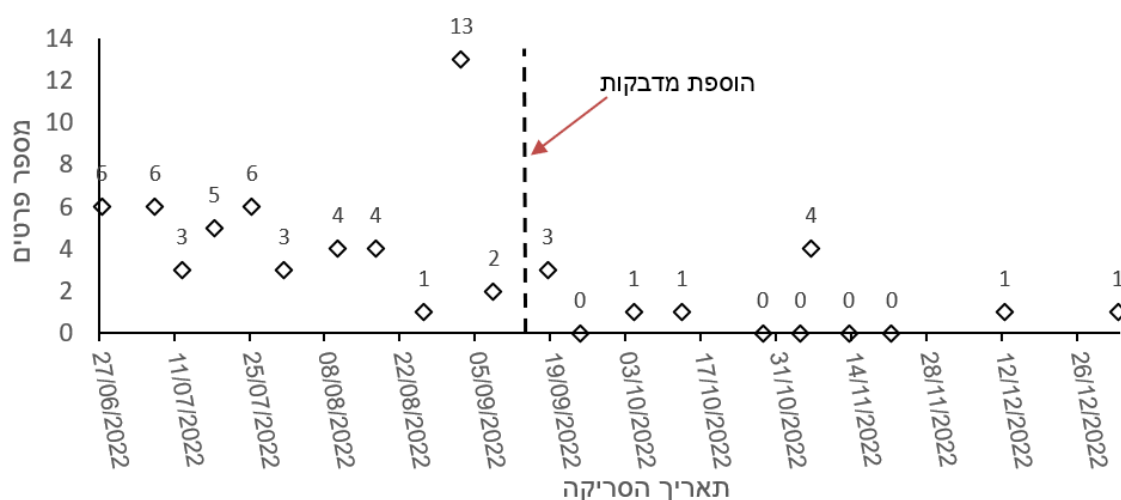
עופות, כאמור, לא מבחינים בקירות שקופים ומתנגשים בהם. יתרה מכך עופות מתנגשים גם בחלונות המחפים בניינים גדולים כי אינם מבדילות בין השמיים האמיתיים לאלו המשתקפים בחלונות ובין הצמחייה המקיפה את הבניינים ומשתקפת דרך החלונות. עיקר ההתנגשות בחלונות המצפים בניינים גבוהים, היא עד גובה צמרות העצים. מספר העופות המתים כתוצאה מהתנגשות באלמנטים שקופים, בארצות הברית בלבד, נאמד בכמיליארד פרטים בשנה (Klem, 1990; Loss et al., 2018; Machrans et al., 2013; Hager et al., 2017; Schneider et al., 2018). ההערכות במזרח אסיה (Kim et al., 2023; Seo et al., 2023) ובאוסטרליה (Kaplan, 2025) הן למיליוני ציפורים בשנה ואילו באירופה יתכן והתופעה מצומצמת יותר אך בהחלט מתועדת (לדוגמה: Campedelli et al., 2014; Aymí et al., 2017; Žmihorski et al., 2022).

בישראל תופעת ההתנגשות בבניינים המצופים בחלונות שקופים מוכרת היטב. במקרים מסוימים אף דווח על אירועי התנגשות ותמותה המונית של ציפורי שיר נודדות, למשל בבנייני הבורסה ברמת גן. עיקר הפגיעה תועדה בשעות הבוקר המוקדמות אז ציפורים המעופפות גבוה יורדות למנוחה ולשיחור מזון בגובה העצים ופוגעות בחלונות דרכם משתקפים השמיים, עצים ושיחים. בישראל ישנם דיווחים רבים על תמותה כתוצאה מפגיעה בחלונות שקופים ובקירות שקופים ולבית החולים לחיות בר בספארי מגיעים לטיפול עופות רבים הנפגעים מחלונות. העלייה בשימוש בקירות שקופים למניעת רעש לאורכם של ישובים, כתוצאה התרבות הדדית של פיתוח ישוב והרחבת תשתית אורך, הובילה גם היא לעלייה במספר העופות הנפגעים כתוצאה מהתנגשות.

שיטות ותוצאות

על מנת להבין את היקף הפגיעה בעופות מחסמי רעש שקופים (קירות אקוסטיים), ערכנו שני סקרים מרכזיים. האחד באזור הישוב מזרעה בגליל המערבי וסקר מורכב יותר לאורך קירות באזור הקישון, עתלית, חריש, אליקים ואור עקיבא. באזור מזרעה, נבדק הקיר על ידי מתנדב של רט"ג, גיל בן עזרא, במשך כמה שבועות לפני ואחרי הדבקת מדבקות של עופות על גבי החלונות (תמונה 1א). המדבקות נוספו לאחר איתור פגרי הציפורים הרבים על ידי יצחק כהן מהחלה"ט והסקר שנערך בעקבותיו. ממצאי הסקר הצביעו על כך כי לאחר הדבקת מדבקות הציפורים, באופן שכיסו חלק ניכר מהשטח השקוף, הייתה ירידה בהיקף הפגיעה בעופות. ההבדל נמצא מובהק במבחן t מזוג: $T=3.8$ $df=10$, $p<0.05$. בנוסף נמצא כי גם הרכב המינים שנפגע משתנה עם העונה. בעוד שבמהלך חודשי הקיץ נפגעו בעיקר עופות מקומיים-יציבים כמו דרור בית, בולבול, צוצלת, דררה ותוכי נזירי, כנראה בשל תנועה יומית, הרי שבעונת הסתיו נפגעו גם מינים נודדים כמו שלדג גמדי, עלווית אפורה, סבכי שחור כיפה ושרקרן מצוי. הבדיקה הבודדת לא מאפשרת ניתוח מעבר למידע זה.

במקרה הראשון, בסמוך למזרעה, לא ידענו לומר מה היקף הפגיעה האמיתי מאחר ולא נערך מבחן כילוי. מבחן זה מבקש להעריך כמה מהציפורים המתנגשות מסולקות על ידי בעלי חיים אחרים מקרבת החלון. חתולי בית, חזירים, תנים ומינים אחרים לומדים שמתחת לחלונות אלו ניתן למצוא עופות פגועים ועשויים לסלק את פגרי העופות טרם הגעת הסוקר (תמונה 2). לכן בסקר הנוסף נערך מבחן כילוי. בשיטה זאת מפזרים לאורך הקיר, באופן מכוון, פגרי עופות בגדלים שונים (דרור, עורב, עלווית). לאחר מכן מגיעים הסוקרים במרווחי זמן קבועים ובוחנים כמה מהפגרים המסומנים נותרו בשטח. הנתונים מוכנסים לנוסחת חישוב המאפשרת לקבל הערכה למספר האמיתי של העופות הנפגעים מהחלון. הסריקה נעשית על ידי כלבים המנוהגים על ידי כלבנים מיומנים. הכלבים מאולפים לאיתור פגרים על בסיס ריח של מולקולה הנפלטת מבעל חיים מת (Cadaverine). באופן זה ניתן להבדיל בין נוצות שנפלו בשל חילוף נוצות טבעי לבין נוצות שהן שרידים של פגר. סקרים אלו נערכים גם לבחינת היפגעות עופות מתשתיות אחרות כמו טורבינות רוח והתנגשות בכבלי חשמל. בנוסף, בכל מקטע בו נסקר קיר אקוסטי, נסקר מקטע ביקורת (ללא קיר) נוסף באורך דומה (ראו נספח 1 להרחבה). הסקר מצא כי ישנם הבדלים בין הקירות השונים כפי שניתן לראות מאיור 2. על בסיס סקר זה ונתונים של קירות אקוסטיים מותקנים בישראל, שהתקבלו מחברת נתיבי ישראל ונמדדו מתצלום אוויר לאורך כביש 6 ומקומות נוספים, יכולנו להעריך את היקף התופעה בישראל. התוצאות מצביעות על כך כי מידי שנה נכון לשנת 2022 נפגעו למעלה מ-220,000 עופות בשנה. מאז הותקנו עוד כמה עשרות קילומטרים של קירות אקוסטיים שקופים כך שהמספרים אמורים היו לעלות.



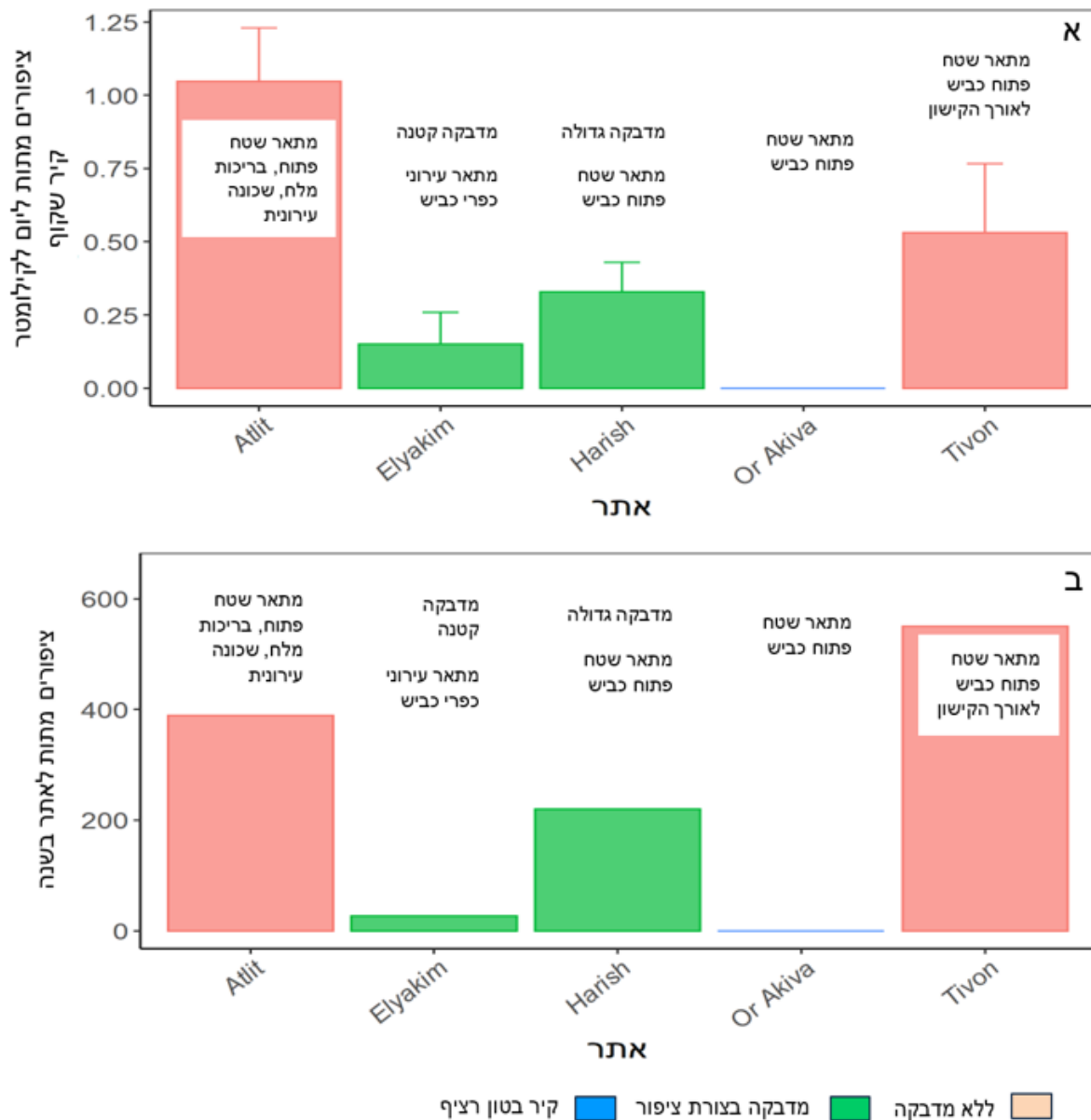
איור 1. מספר פרטים של ציפורים שנפגעו בקיר אקוסטי שקוף סמוך לשוב מזרעה. הקיר נסרק על ידי מתנדב לפני ואחרי הדבקת מדבקות לצמצום התנגשות עופות. החלונות במקרה זה אינם סטנדרטיים כפי שניתן לראות בתמונה 1 ומדבקה של ציפור מכסה חלק ניכר משטח החלון. התוצאה טובה אך אינה משליכה על קירות אחרים שנבדקו בהם השטח שמכסה המדבקה קטן יותר ובהתאם לכך גם הפחיתה בפגיעה. איורים 2 ו 3.



תמונה 1. א. קיר אקוסטי בסמוך לשוב מזרעה. במרכז הקיר לפני הדבקת המדבקות. ניתן לראות פגרי עופות למרגלות הקיר. מימין חלונות ממוגנים. במקרה זה ניכר כי תוספת המדבקה צמצמה באופן ניכר את הפגיעה. ב. קיר אקוסטי לאורך כביש 6, חלונות אלו נמצאים בשימוש נרחב הם גבוהים יותר והשטח השקוף בהם גדול יותר כך שמדבקה קטנה אינה מספקת.



תמונה 2. חתול נע לאורך קיר אקוסטי שקוף בעתלית. טורפים לומדים שלאורך קירות אלו נפגעות ציפורים. לכן על מנת לאמוד את מספר הציפורים הנפגעות בפועל נערכים מבחני כילוי, ראה טקסט לפירוט. צילום: דותן רותם.



איור 2. תוצאות סקר שנערך במהלך שישה שבועות לאורך קירות אקוסטיים נבחרים במתארים שונים בתוך עירוני ובסמוך לשטחים פתוחים שונים. ניתן לראות את מידת ההיפגעות הגבוהה בסמוך לאתר בריכות המלח בעתלית המהווה מוקד לעופות ממינים שונים. וכך גם הקיר לאורך כביש 6 מול קריית חרושת וטבעון, בהם אין מדבקות כלל. בקירות בהם ייושמו מדבקות של עופות מספר הפרטים הנפגע קטן יותר אך בהצטברות שנתית מדובר על מספרים לא מבוטלים. א. מספר פרטים ליום לקילומטר קיר. ב. אקסטרפולציה למספר פרטים לשנה לקיר הנבדק על בסיס מבחן הכילוי (נספח 1). שימו לב לסקאלה בציר ה Y.

לצורך טיפול בנושא זה חברנו יחד נציגי חלה"ט, הגנ"ס רט"ג בהובלה של ד"ר אריאלה רזנצוויג מבית החולים לחיות בר ואחראית תחום חיות בר בארגון חיים וסביבה. נערכו פגישות עם מומחים מטעם 'פלרם' מפעל המייצר ומספק את מרבית הלוחות השקופים בארץ. הנהלת המפעל נרתמה למשימה וכיום מרבית הלוחות היוצאים מהמפעל כבר ממוגנים כנגד התנגשות. הלוחות מודפסים, או שמודבקות עליהם מדבקות בדגם אחיד על פי המלצות שנמצאו כיעילות בארצות הברית ובאירופה. במקביל נערכה עבודה מול חברות תשתית האחראיות להקמה ותפעול של כבישים ברחבי

ישראל ובהם נתיבי ישראל, חוצה ישראל ונתיבי איילון. בשלושת המקרים ניתנו הנחיות למיגון הקירות כנגד התנגשות עופות (נספח 2). בנוסף בשנת 2025 מיישמת רט"ג ביחד עם המועצה המקומית בעתלית את מיגון הקיר השקוף שנמצא כקטלני ביותר (איור 2). המימון לביצוע הוא מהקרן לשטחים פתוחים. במהלך סתיו וחורף 2025/6 מתוכננת סריקה מחודשת של הקיר הממוגן, בעזרת הכלבנים, על מנת להבין עד כמה המיגון יעיל. במהלך ינואר 2025 הופץ דף הנחיות למיגון קירות אקוסטיים שקופים עליו חתומים כל הארגונים השותפים למהלך (נספח 3). דף זה נמצא באתר האינטרנט של רט"ג ולאחרונה הועלה גם לאתר של משרד הבינוי והשיכון.

האתגר שנותר הוא מיגון של קירות אקוסטיים שנבנו טרם כניסת ההנחיות. לצורך כך ערכנו ניתוח רגישות של הקירות המוכרים לנו והעברנו לחברת נתיבי ישראל וחוצה ישראל סדרי עדיפות לטיפול. בנוסף בהובלת המשרד להגנת הסביבה נכתבות המלצות למיגון חלונות וקירות שקופים בבניינים במרחב הציבורי (כחלק מרביזיית התקן לבנייה ירוקה).



תמונה 3. דוגמא למיגון חסם רעש שקוף בעתלית. על הקיר הודבקו מדבקות בצורת עיגול בקוטר 6 מילימטר ובמרווח של 5 סנטימטר בין הנקודות (האיור השמאלי הוא הגדלה של מקטע באיור הימני). ניתן לראות כי אין פגיעה ביכולתו של ההולך בטיילת לראות את הנוף. יעילות השיטה תיבדק במהלך החודשים הקרובים.

תודות

לד"ר יפתח סיני אקולוג מרחב גליל עליון ברט"ג, ולגיל בן עזרא, מתנדב רט"ג, על ניהול הסקר לאורך הקיר האקוסטי הסמוך למזרעה. למר אליעזר גוטמן מטעם מפעל פלרם שנתרם למאמץ לצמצום תופעת ההתנגשות בחסמי הרעש השקופים. ליצחק כהן מיחידת הסקרים של חלה"ט על דחיפה לעיסוק בנושא. לד"ר עופר שטייניץ וד"ר אורי פריד מחטיבת המדע ברט"ג על ניתוח הנתונים.

אוסלנדר, 2020, עם המקור בקיר, כלכליסט <https://newmedia.calcalist.co.il/magazine-16-01-20/m03.html>

- Aymí, R., González, Y., López, T., & Gordo, O. (2017). Bird-window collisions in a city on the Iberian Mediterranean coast during autumn migration.
- Bernhard, R., Wayson, R. L., Haddock, J., Neithalath, N., El-Aassar, A., Olek, J., ... & Weiss, W. J. (2005). An introduction to tire/pavement noise of asphalt pavement. *Institute of Safe, Quiet and Durable Highways, Purdue University*, 26, 26.
- Campedelli, T., Londi, G., Cutini, S., Donati, C., & Florenzano, G. T. (2014). Impact of noise barriers on birds. A case study along a Tuscany highway. *Avocetta*, 38, 37-39.
- Hager, S. B., Cosentino, B. J., Aguilar-Gómez, M. A., Anderson, M. L., Bakermans, M., Boves, T. J., Brandes, D., Butler, M. W., Butler, E. M., Cagle, N. L., Calderón-Parra, R., Capparella, A. P., Chen, A., Cipollini, K., Conkey, A. A., Contreras, T. A., Cooper, R. I., Corbin, C. E., Curry, R. L., . . . Zuria, I. (2017), Continent-wide analysis of how urbanization affects bird-window collision mortality in North America. *Biological Conservation*, 212, 209-215. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.06.014>.
- Kaplan, G. (2025). Human-Caused High Direct Mortality in Birds: Unsustainable Trends and Ameliorative Actions. *Animals*, 15(1), 73. <https://doi.org/10.3390/ani15010073>.
- Kim, CM., Kim, JH. & Yoo, SH. Economic benefits of preventing bird collisions in South Korea: findings from a choice experiment survey. *Environ Sci Pollut Res* **30**, 2945–2957 (2023). <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22343-y>.
- Klem, Jr.D. (1990), Bird injuries, cause of death, and recuperation from collisions with windows (Heridas, causas de muerte y restablecimiento de aves que chocan con ventanas). *Journal of Field Ornithology*, 115-119.
- Loss, S.R., Will, T., Loss S.S. and Marra, P. (2014), Bird-building collisions in the United States: Estimates of annual mortality and species vulnerability. *Condor* 116:8–23. <https://doi.org/10.1650/CONDOR-13-090.1>.
- Machtans, C. S., Wedeles, C. H., and Bayne, E. M. (2013), A first estimate for Canada of the number of birds killed by colliding with building windows. *Avian Conservation & Ecology*, 8(2).
- Nielsen, J.C.O., Pieringer, A., Thompson, D.J., Torstensson, P.T. (2021). Wheel–Rail Impact Loads, Noise and Vibration: A Review of Excitation Mechanisms, Prediction Methods and Mitigation Measures. In: Degrande, G., et al. Noise and Vibration Mitigation for Rail Transportation Systems. Notes on Numerical Fluid Mechanics and Multidisciplinary Design, vol 150. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-70289-2_1.
- Schneider, R.M., Barton, C.M., Zirkle, K.W., Greene, C.F. and Newman, K.B. (2018), Year-round monitoring reveals prevalence of fatal bird-window collisions at the Virginia Tech Corporate Research Center. *PeerJ* 6:e4562 <https://doi.org/10.7717/peerj.4562>
- Seo H-M, Kim Y-J, Lee E-J Lee S-G, Lee W-S, Choi C-Y (2023). Another emerging threat to birds: avian mortality estimates from roadside transparent noise barrier collisions in South Korea. *Bird Conservation International*, 33, e50, 1–10 <https://doi.org/10.1017/S0959270922000454>
- Żmihorski, M., Kotowska, D., & Zyśk-Gorczyńska, E. (2022). Using citizen science to identify environmental correlates of bird-window collisions in Poland. *Science of The Total Environment*, 811, 152358. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152358>.
- Sheppard, C. D. (2019). Evaluating the relative effectiveness of patterns on glass as deterrents of bird collisions with glass. *Global Ecology and Conservation*, 20(3), e00795.
- Gibson, E. J., & Walk, R. D. (1960). The "Visual Cliff" on JSTOR. *Scientific American*, 64. <https://doi.org/24940447>.

נספח 1

מבחני הכילוי

לצורך בחינת סילוק פגרי עופות בסמוך לקירות אקוסטיים שקופים נערכו מבחני כילוי ולאחריהם סריקות. מפורט להלן המקומות והשיטות כפי שניתנו ליחידת הכלבנים מחברת "מגן א.ר.ת". שביצעו את הסקירה.

מבחני הכילוי והניטור לאחריו יערכו באתרי הקירות הבאים

שם המקטע	כביש	סוג הקיר	אורך מקטע בדיקת כילוי	אורך מקטע סריקה	מספר פגרים לכילוי
קרית חרושת - קישון	70	שקוף ללא מדבקות	500	500	17 קטנים 16 בינוניים גריד * 3X50X500
חריש	6	שקוף כולל מדבקות גדולות	200	200	9 קטנים 9 בינוניים גריד 3X50X200
חריש	6	קיר בנוי כולל חלונות	350	350	12 קטנים 12 בינוניים גריד 3X50X350
עתלית**	רכבת	קיר וחלונות לסרוגין ללא מדבקות	500	500	11 קטנים 11 בינוניים גריד 2X50X500

*אופן קריאת הכיתוב 3X50X500: 500 מטרים אורך המקטע, 50 מטרים מרווח בין פגרים, 2 או 3 מספר החזרות בגריד. ראה גם איור לדוגמא למטה.

**יתכן והגריד בבדיקת הכילוי יהיה מצומצם יותר עקב בינוי

להלן פירוט אופן ביצוע מבחני הכילוי

פגרי בע"ח יפוזרו במרחק של 50 מטר זה מזה לאורך הקיר בכל אחד מאתרי הקירות על פי המפורט בטבלה למעלה:

- 1) כ- 10 פגרים מאחד או יותר מהמינים: קנרית, זברה פינק או תוכן או אחרים הדומים בממדיהם על מנת לדמות ציפורי שיר (ניתן לרכישה בחנויות מחמד).
- 2) כ- 10 פגרים מהמין שליו יפני או יונת בית (ניתן לרכישה בחנויות מחמד) או אחרים הדומים בממדיהם (במסה של כ- 100-200 גרם) על מנת לדמות עופות בגודל בינוני.

3) כ- 10 פגרים מהמינים עכבר בית או עכבר מעבדה (חום או אפור) על מנת לדמות

עטלפי חרקים.

- מיקום הנחת פגר יסומן, כמו גם הפגר עצמו, בכדי שניתן יהיה לאתר בקלות ובכדי לוודא שאכן פגר זה הוסר משטח החיפוש ולא רק הוזז בתוך שטח החיפוש. יתד הסימון ינעץ בקרקע תוך שימוש בכפפות חד-פעמיות, עד גובה 20 ס"מ מעל הקרקע ובמרחק מדויק של 2 מ' מהפגר. אין להצמיד ליתד אמצעי סימון נוספים.
 - הניסוי יערך ארבע פעמים בשנה: ספטמבר, דצמבר, מרץ ויוני.
 - יש לחזור על הניסוי פעמיים בכל עונה (קרי, בחודשים ספטמבר, דצמבר, מרץ ויוני), סך הכל 8 ניסויים בשנה (128 פגרים בשנה) בכל אתר.
 - בעת פיזור הפגרים בשטח, יבוצע תיעוד מצולם ורישום סוג הפגר, בית הגידול ונ"צ מדויק בעזרת GPS, כך שניתן יהיה לחזור לאותו הפגר.
 - מצב כל פגר, שהונח לצורך ניסוי הכילוי, ייבדק לפחות כל יום, למן היום הראשון ועד ליום ה-15 (או עד להיעלמותו) מזמן הנחתו ואחר כך ביום ה-21 (יום סיום הניסוי). זמן הנחת הפגרים ירשם וזמן ביצוע הסריקה של הפגר הספציפי ירשם כדי שניתן יהיה לחשב קצב כילוי ל-24 שעות. ביום השביעי וביום ה-14 יש להעזר בכלב בעת הסריקה.
 - נתוני הניסוי יוקלדו בטבלה דיגיטאלית הכוללת את שם האתר, מין הפגר, צבע וגודל (אם אינו של חיית בר), נ"צ, קטגוריית תכסית, שם מניח הפגר, הערות מיקום, תאריך ושעת השארה, דיווח יומי להמצאות הפגר, התאריך והשעה האחרונים בהם הפגר עדין היה במקומו, התאריך והשעה שבהם דווח על כך שהפגר איננו במקומו או לא ניתן לאיתור. יש לתעד בצילום את המצאי בכל בדיקה ולשתף בקבוצת דיווח הכוללת את מניח הפגר, עורך בדיקת הכילוי, הכלב המנטר ונציג רט"ג האחראי.
 - על-מנת למנוע הרעלה של חיות-בר בשטח או דחיית חיות בר עקב רתיעה מריח התרופות אין להשתמש בחיות שקיבלו תרופות או כימיקלים אחרים בשבועיים שלפני מותם.
 - תוכנית הניסוי המפורטת תקבל אישור מרט"ג לפני התחלת הניסוי.
- על פי הניסויים יקבע מקדם העלמות פגרים האופייני לעונה לכל אתר.

ניטור

הניטור יערך על ידי כלבי גישוש מיומנים.

הפרמטר של זמן העלמות פגרים ושיירים יקבע את תדירות הדיגום. שתהא זהה לכל הקירות.

לאחר מכן תתקיים בדיקה של הקיר האקוסטי בתדירות שתקבע לפי הפרמטרים שיקבעו בקצב של כ 60 מ'/דקה. כל פגר יבחן ויוגדר לפי אחת משלוש האפשרויות:

- שלם.
- שלם או חלקי גוף (כנפיים, גולגולת וכד') אך עם סמני אכילה.
- פיזור נוצות ומה שטח הפיזור שלהן.

כל הפגרים והשיירים יאספו לתוך שקיות דיגום אליהן יוצמדו פרטיהם ואלו יועברו להקפאה לצורך המשך בדיקות אם יידרש. כל הנתונים יתועדו כאמור בישומון "דיווחים לרט"ג". זיהוי הפגרים יערך ע"י מומחים מתאימים.

ניתוח הנתונים יערך על ידי רט"ג.

ניתוח נתוני הכילוי והסקר כפי שנערך על ידי ד"ר עופר שטייניץ מחטיבת המדע ברט"ג

אומדן שנתי פר 100 מטר (אקסטרפולציה לעונות אחרות*)	אומדן פר 100 מטר		טווח ימי סריקה	מרווח ממוצע בין סריקות	95%	5%	אומדן פגיעות	מספר הפגרים שנמצאו	
65.7	6.5	500	36	12	57.6	18.6	32.4	11	TIVON_early
337.4	20.3	500	22	11	157.5	69.7	101.7	48	TIVON_late
56.1	5.5	500	36	12	39.6	20.2	27.7	19	Atlit_early
206.7	36.8	500	65	13	236.5	150.6	184.1	149	Atlit_late
146.4	17.6	200	44	11	77.8	15.9	35.3	8	Charish_shakuf_early
557.8	33.6	200	22	11	135.1	35.0	67.2	35	Charish_shakuf_late
	0	350					0	0	Charis_atoom

הנחיות למיגון חסמי רעש שקופים – קירות אקוסטיים כפי שניתנו בנתיבי ישראל



5.6. הנחיות לעיצוב נופי ואדריכלי של קירות שקופים, אקוסטיים ו/או קירות מסך
דף עדכון מס' 1 אפריל 2023

מסד	נושא	הנחיות תכנון
	קירות שקופים / קירות מסך / משטחים משקפים	3.3 בקר ובפאנל שקוף / משקף (Reflective) מכל סוג שהוא, ישולבו אמצעים בהתאם לתכנון ייחודי לציפורים ובעלי כנף למניעת התנגשותם. - לכל אורך ורוחב הקיר השקוף / המשקף (Reflective) יהיה משולב בהדפסה, הדבקה, בחריטה, או בשזירה אלמנט גרפי פסים או נקודות, או אחר שיאושר ע"י רפרנט אדריכל נוף ובהתייעצות עם אקולוג. - צפיפות בין האלמנטים הגרפיים - תהיה של 5 ס"מ, אשר ימנעו התנגשות בעלי כנף, ובהתאם למקובל באותה עת כ"תכנון ייחודי לציפורים/ בעלי כנף". - עובי קו - מינימום 6 מ"מ, קוטר נקודה - מינימום 6 מ"מ (גודל זה נכון לגבי כל צורת סמן שתיבחר). - צבע הסמן - חייב להיות צבע כהה, בעל פיגודיות מספקת, הנגזרת מסוג החלון רמת השקיפות וההשתקפות, הנוף ועוצמת האור.

מדרין_והנחיות לתכנון נופי ואדריכלי של דרכים_אפריל-2021 עדכון אפריל 2023 ע' 64

נספח 3

המלצות למיגון חסמי רעש שקופים למניעת התנגשות בעלי כנף – נובמבר 2024

רקע

- ישראל שוכנת על ציר נדידה מרכזי ביותר לציפורים נודדות מאסיה ומאירופה לאפריקה ובחזרה. כל שנה חולפות דרך ישראל מאות מיליוני ציפורים, חלקן ממינים רגישים ונדירים. בנוסף, אוכלוסיית הציפורים המקומית עשירה ביותר ורגישה, וישנה מגמת החמרה במספר המינים הנתונים בסכנת הכחדה (מירז וחובריו, 2017), וגם במינים שאינם נדירים (גרוסברד ורנן, 2024).
- חשיבותן האקולוגית של הציפורים עצומה והמין האנושי תלוי באופן משמעותי בפעילות הציפורים בתחום בקרת מחלות, הפצת זרעים, הדברת מכרסמים, בריאות הנפש והפנאי ועוד.
- אחד מגורמי הפגיעה הקטלניים ביותר עבור בעלי חיים אלו הוא התנגשות במשטחים שקופים ומשטחי מראה – בעיקר חלונות מבנים וחלונות לצמצום מפגעי רעש (להלן: חלונות אקוסטיים שקופים). לדוגמא, בארה"ב לבדה, כמיליארד ציפורים מתות כל שנה מהתנגשות בחלונות (Klem, 1990; Loss et al., 2014; Machtans et al., 2013; Hager et al., 2017 Schneider et al., 2018).
- להערכתנו, גם בישראל כמו במדינות רבות בעולם, מאות אלפי ציפורים מוצאות את מותן מדי שנה מהתנגשות בקירות אקוסטיים שקופים. התופעה מתרחבת עקב הרחבת ישובים וקרבנות הרבה לכבישים המחייבת בנייה של קירות אקוסטיים לצמצום מפגעי הרעש לרווחת התושבים.
- בישראל, ישנם כבר כיום מעל ל- 100,000 מטרים רבועים של קירות אקוסטיים שקופים. מספר זה יעלה משמעותית בשנים הקרובות, בגין הרחבת כבישים ושכונות מגורים וקרבנות ההדדית.
- תוצאות מניטור שנערך על ידי רשות הטבע והגנים בחודשי קיץ וסתיו 2022, מראות כי מספר העופות הנפגעים ל- 100 מטר קיר אקוסטי שקוף בשנה, נע בין 557 - 56 פרטים. ממוצע של 228 ציפורים/100 מטר. באקסטרפולציה כ- 228,000 ציפורים נפגעות מדי שנה ל- 100,000 מטר קירות שקופים. כאשר בפועל מותקנים כבר כיום ומתוכננים, מאות עד אלפי מטרים של קירות אקוסטיים שקופים.
- למרות מודעות עולמית גוברת לנושא ופתרונות רבים שמחויבים על פי חוק במדינות רבות בעולם, בישראל אין עדין תקן שיסייע לצמצום התופעה והפתרונות החלקיים המקובלים הוכחו כיעילים חלקית (צלליות של עופות דורסים בפיזור נמוך על גבי הקיר האקוסטי).
- להן המלצות ליישום של מיגון של משטחים שקופים כולל קירות אקוסטיים, מעקות, תחנות אוטובוס וכיוב בסביבה העירונית ובממשק עם שטחים פתוחים, לטובת צמצום תופעת ההתנגשות.

עקרונות ליישום המיגון עבור חסמי רעש שקופים (חלונות אקוסטיים שקופים)

(בהתאם למקובל באותה העת בתכנון ידידותי לציפורים/בעלי כנף)

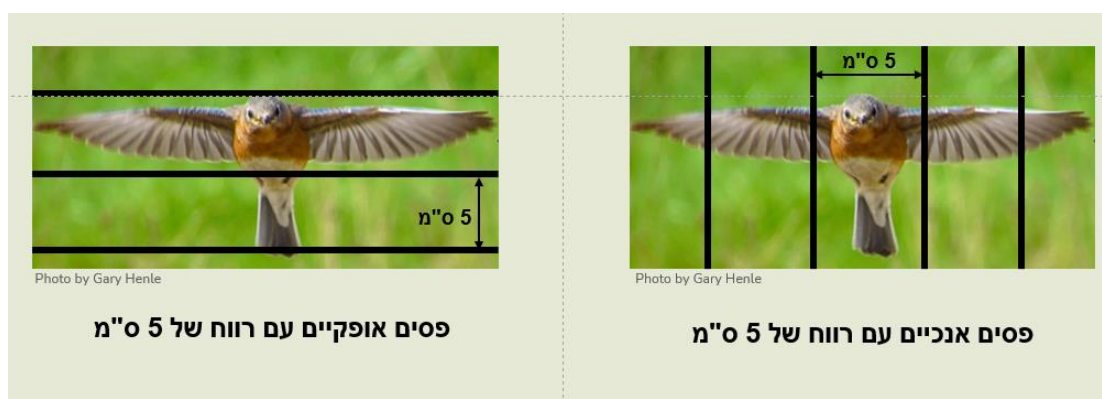
צורה גודל ומרווח:

- שימוש בסמנים כדוגמת נקודות או קוים על גבי החלון.
- המרווח בין הסמנים יעמוד על 5 ס"מ עבור כל צורת סמן (ראה איורים בהמשך).

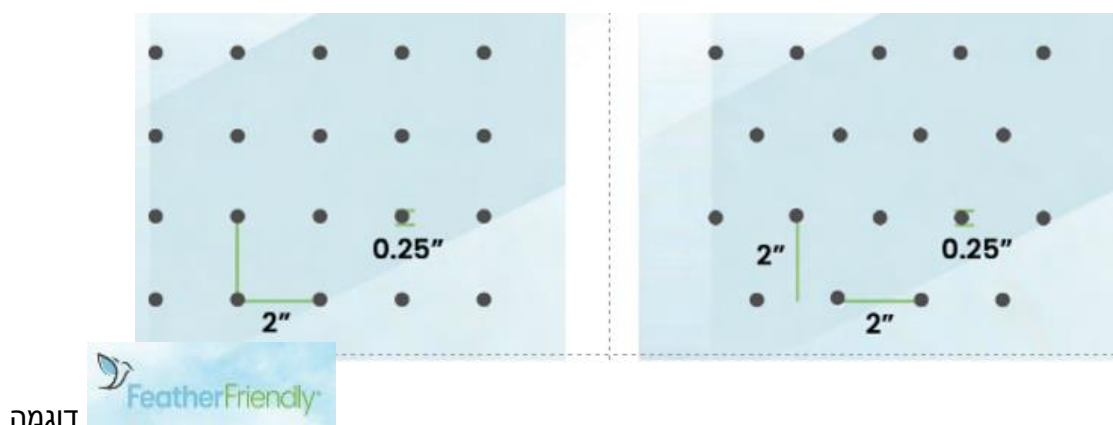
רוחב/קוטר הסמן:

- סמן קווי ורציף לכל אורך/רוחב הקיר - רוחב הסמן לא יפחת מ- 6 מ"מ.
- סמן עגול/מרובע/אי-רגולרי - שטח/קוטר לא יפחת מ- 6 מ"מ.

צבע הסמן:



חייב להיות בעל ניגודיות מספקת הנגזרת מסוג החלון, רמת השקיפות וההשתקפות, הנוף ועוצמת האור. בישראל הצבע השחור הוא בעל היעילות הגבוהה ביותר.



להטמעת סמנים בצורת קו על גבי חלון והמרחק הרצוי בין סמן לסמן

דוגמה להטמעת סמנים עגולים על גבי חלון, המרחק והקוטר הרצוי בין סמן לסמן

- הדפסה/חריטה/שזירה במהלך ייצור הלוח או לאחריו בדוגמת קווים או נקודות (גם צורות סמן אחרות אפשרויות כל עוד נשמר עקרון הגודל והרווח).
- במידה ומיושמות מדבקות לאחר הצבת החלון או הקיר האקוסטי השקוף, יש להדביקן מיד עם הצבתו ולא להמתין עד להצבת שאר החלונות או לסוף הפרויקט (תהליך שיכול להתמשך חודשים ושנים).
- במידה ושיטת יישום הסמן הנבחרת היא הדבקה יש לשמורת על הסטנדרטים הבאים:
 - א. מדבקה ייעודית, המתאימה להדבקה על קירות אקוסטיים שקופים העשויים (למשל אך לא רק) מחומר אקריל, פוליקרבונט, פולימרים נוספים וזכוכית.
 - ב. המדבקה תהיה מסוג Cast Vinyl או חומר שווה ערך באיכותו ובעל עמידות מוכחת לתנאי האקלים בישראל.



מדבקות בצורת קווים אופקיים בפרויקט רמת
השרון 1010, צילום: יצחק כהן, החברה להגנת



מדבקות בצורת עיגול בפרויקט בני-ברק
צפון. צילום: אבנר בן אבי, פ. גורדי



מדבקות בצורת נקודות בטילת בעתלית,
צילום: דותן רותם רט"ג

למידע והנחיות ניתן לפנות:

דותן רותם, אקולוג שטחים פתוחים,
רשות הטבע והגנים

053-7762196

המדבקות יהיו עמידות לפגעי מזג אוויר.

מקורות

גרוסברד ש, רנן א (עורכים), 2024 דו"ח מצב הטבע – 2023 כרך המגוון הביולוגי. המארג – התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע. מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב.

מירוז א, וין ג, לבינגר ז, שטייניץ ע, הצופה א, חביב א, פרלמן י, אלון ד, לידר נ. 2017. הספר האדום של העופות בישראל. החברה להגנת הטבע ורשות הטבע והגנים <https://redlist.parks.org.il/aves/>

Hager, S. B., Cosentino, B. J., Aguilar-Gómez, M. A., Anderson, M. L., Bakermans, M., Boves, T. J., Brandes, D., Butler, M. W., Butler, E. M., Cagle, N. L., Calderón-Parra, R., Capparella, A. P., Chen, A., Cipollini, K., Conkey, A. A., Contreras, T. A., Cooper, R. I., Corbin, C. E., Curry, R. L., . . . Zuria, I. (2017), Continent-wide analysis of how urbanization affects bird-window collision mortality in North America. *Biological Conservation*, 212, 209-215. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.06.014>.

Kim, CM., Kim, JH. & Yoo, SH. Economic benefits of preventing bird collisions in South Korea: findings from a choice experiment survey. *Environ Sci Pollut Res* 30, 2945–2957 (2023). <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22343-y>.

Klem, Jr.D. (1990), Bird injuries, cause of death, and recuperation from collisions with windows (Heridas, causas de muerte y restablecimiento de aves que chocan con ventanas). *Journal of Field Ornithology*, 115-119.

Loss, S.R., Will, T., Loss S.S. and Marra, P. (2014), Bird-building collisions in the United States: Estimates of annual mortality and species vulnerability. *Condor* 116:8–23. <https://doi.org/10.1650/CONDOR-13-090.1>.

Machtans, C. S., Wedeles, C. H., and Bayne, E. M. (2013), A first estimate for Canada of the number of birds killed by colliding with building windows. *Avian Conservation & Ecology*, 8(2).

Schneider, R.M., Barton, C.M., Zirkle, K.W., Greene, C.F. and Newman, K.B. (2018), Year-round monitoring reveals prevalence of fatal bird-window collisions at the Virginia Tech Corporate Research Center. *PeerJ* 6:e4562 <https://doi.org/10.7717/peerj.4562>.