

בעיית ההתחשמלות של עופות בישראל – סקירה והמלצות לטיפול



עיט שמש על עמוד ממוגן



עיט שמש מחושמל למוות

אסף מירוז¹, אוהד הצופה²

¹ "חובארה ייעוץ אקולוגי וצפרות"
² חטיבת מדע, רשות הטבע והגנים

עבודה זו הוכנה עבור חטיבת מדע של רשות הטבע והגנים.

צוות היגוי הפרויקט:

ד"ר נעם לידר ואורי נווה – חטיבת מדע, רשות הטבע והגנים.

דן אלון – מרכז הצפרות הישראלי, החברה להגנת הטבע.

אסף מירוז – חובארה ייעוץ אקולוגי וצפרות

1.	מבוא	4
2.	רקע על התחשמלות עופות על קווי-מתח עיליים	4
א.	כללי	4
ב.	סוגי הקווים בהם מתרחשים אירועי התחשמלות	5
ג.	התחשמלות שלא על עמודים	6
ד.	גורמים המשפיעים על ההסתברות לאירוע התחשמלות	7
4.	התחשמלות עופות בישראל	9
א.	כללי	9
ב.	התחשמלות עופות בישראל בשנים האחרונות	10
ג.	התפלגות אירועי ההתחשמלות לפי סוג העמוד	14
5.	נהלי עבודה של חברת החשמל וגורמי התכנון	15
א.	נוהל העבודה הקיים למיגון עמודים	15
ב.	נוהל עבודה קיים מול מוסדות התכנון	15
ג.	חקיקה קיימת	17
6.	שיטות העבודה הנהוגות במדינות אחרות	18
א.	חקיקה	18
ב.	שיתופי פעולה ארציים שאינם מעוגנים בחוק	19
ג.	מדיניות לפתרון בעיית ההתחשמלות בקווים קיימים	20
1.	הטמנת כל קווי המתח הגבוה	20
2.	ניטור ומיגון סלקטיבי של קווי-מתח קיימים	21
7.	המלצות אופרטיביות	26
א.	חקיקה	26
ב.	תכנון קווים חדשים	27
ג.	ניטור ארוך-טווח של מפגע ההתחשמלות	28
1.	בניית מסד נתונים של קווי החלוקה	28
2.	הערכת היקף המיגון הנדרש	28
3.	בניית מסד נתונים וניטור שוטף של אירועי ההתחשמלות	28
ד.	סיכום ההמלצות האופרטיביות	29
	מקורות	30
	נספחים	33
	נספח א' - תשתיות הובלת החשמל בישראל	33
	נספח ב' : הוראות תכנון למיגון כנגד התחשמלות עופות על קווי-מתח גבוה חדשים	36
	נספח ג' : הנחיות לביצוע מיגון קווי-מתח גבוה נגד התחשמלות ציפורים	37
1.	כללי	37
2.	חלות	37
3.	הגדרות תחומי המיגון	37
4.	אמצעי המיגון	37
5.	אופן המיגון בקווים חדשים	37
6.	אופן המיגון בקווים קיימים	38
7.	דוגמאות	38

1. מבוא

הקונפליקט המתקיים בין עופות לבין תשתיות חשמל הפרוסות בשטחים הפתוחים מתועד כבר שנים רבות בעולם בכלל וגם בישראל (לשם 1985, בהט 1994). קונפליקט זה גובה מחיר כבד בחייהם של עופות רבים הנפגעים מהתחשמלות על עמודי החשמל או מהתנגשות בכבלים המוליכים אגב מעוף.

בעוד שכמעט כל מיני העופות חשופים לסכנת התנגשות בכבלים הפרוסים בתווך האווירי, ההתחשמלות פוגעת בעיקר בעופות גדולים, בעלי מוטת כנף רחבה, המאפשרת להם לגעת בתיילים המוליכים ולסגור מעגל חשמלי. העופות הדורסים מושפעים מבעיה זו באופן מיוחד, בשל גודלם ונטייתם להשתמש בעמודי החשמל כמקום נוח לעמידה, ללינה, לתצפית ואף לקינון. העופות הדורסים הם עופות מאריכי חיים ובעלי כושר רבייה נמוך, ואוכלוסיותיהם מתקשות לפצות על תמותה מוגברת כתוצאה מגורמי סיכון מלאכותיים, במיוחד בעידן של פיתוח אנושי מהיר המבוצע על חשבון או בלב שטחי המחיה הטבעיים. שבעה מינים של דורסי-יום כבר נכחדו מישראל, מתוך 23 מינים שקיננו בה בעבר, ורבים מבין המינים הנותרים נמצאים בדרגות שונות של סכנת הכחדה.

ההתחשמלות פוגעת אומנם גם במינים רבים של עופות שאינם עופות דורסים, חלקם אף במספרים גבוהים, אך לגבי חלק ממיני העופות הדורסים להתחשמלות יש השפעה מיידיית והרסנית ברמת האוכלוסייה. מבין הדורסים המקננים בארץ, מאיימת כיום בעיית ההתחשמלות במיוחד על אוכלוסיות העיט הניצי, העיט הזהוב והעיט לבן-זנב (הנמצאים בסכנת הכחדה חמורה) וכן על אוכלוסיית עיטי השמש המקננים באירופה ונפגעים בארץ בעונת החורף. למרות סיקור תקשורתי נרחב של בעיית ההתחשמלות לאורך השנים, טרם ניתן לה פתרון מערכתי כולל.

מטרת מסמך זה היא להציע אפיקי פעולה יעילים בכל המישורים (חקיקה, תכנון, תחזוקה, ניטור, השלמת פערי ידע מחקריים).

2. רקע על התחשמלות עופות על קווי-מתח עיליים

א. כללי

פריסת רשת החשמל בארה"ב החלה בשנות ה-1880, וכעבור כעשור היא הגיעה כבר לאזורים כפריים, שם אירעו המפגשים הראשונים של עופות דורסים עם רשת החשמל. התיעוד הראשון של התחשמלות עיט על עמוד חשמל נרשם בארה"ב ב-1922 (Hunting 2002).

תמותה מהתחשמלות היא בעיה המוכרת כיום אצל מגוון רחב של עופות מסדרות שונות, אך העופות הדורסים חשופים במיוחד להיפגעות מגורם זה, בשל היותם עופות גדולים יחסית וכן בשל נטייתם להימשך לעמודי חשמל ולהשתמש בהם כנקודות תצפית מוגבהות או כאתרי קינון (מבחינות אלה עמודי החשמל מהווים עבורם באזורים מסוימים תחליף לעצים). במערב ארה"ב, עופות דורסים מהווים כ-96% מכלל העופות המתחשמלים על קווי-מתח (Harness & Wilson 2001). גם בחלקים אחרים של העולם, התחשמלות היא אחד מגורמי התמותה האנתרופוגניים המרכזיים עבור דורסים, גם כשהם מהווים רק נתח קטן מכלל העופות המתחשמלים (Eccleston & Harness 2018). בישראל מהווים העופות הדורסים כ-54% מכלל העופות הנפגעים מהתחשמלות (הצופה 2013).

נושא ההתחשמלות נחקר היטב בארה"ב (49 מחקרים), ספרד (16 מחקרים) ודרום אפריקה (11 מחקרים) והוא דווח בהרחבה ממדינות רבות נוספות (Eccleston & Harness 2018). שיעורי התמותה המדווחים מהאזורים השונים (עבור קווים שלא הותקנו בהם מיגונים למניעת התחשמלות) נעים בין 0.03 עופות/עמוד/שנה ועד להערכות של 0.32-0.35 עופות/עמוד/שנה (Lehman et al. 2010).

שיעורי הפגיעה הגבוהים ביותר קשורים בד"כ לקווי חשמל שבהם העמודים עשויים ברזל. כלומר שהם בעלי הארקה לאדמה, להבדיל מעמודים עשויים עץ שאינם מוליכים (Lehman et al 2007, Eccleston & Harness. 2018). עמודים בעלי הארקה מעמידים בסיכון לא רק את העופות הגדולים, הם יוצרים מצב מסוכן אפילו לעופות קטנים דוגמת בז מצוי, שאינם גדולים דיים לגעת בשתי פאזות מוליכות. עופות בגודל כזה העומדים על זרוע העמוד, נוגעים לעיתים עם הראש או הכנף באחת הפאזות המחושמלות וסוגרים מעגל בינה לבין הזרוע והעמוד המקורקים. במחקר שנערך בסיביר נמצא שיעור של 0.14 פגרים לעמוד ב- 491 עמודים עם הארקה, לעומת אפס פגרים לעמוד ב- 260 עמודים עשויים עץ וחסרי הארקה (Goroshko 2011).

במודל שבחן את המשתנים המשפיעים ביותר על שיעורי ההתחשמלות במערב ארה"ב נמצאו ארבעה פרמטרים המנבאים את דרגת הסיכון של העמוד (Dwyer et al. 2013):

- מספר המגשרים (כבלים קצרים העוברים מעל לעמוד או מצדדיו ומחברים את האלמנטים המוליכים).
- מספר התיילים המוליכים.
- מוליכות העמוד (האם העמוד עשוי מחומר מוליך המשמש כהארקה).
- המצאות שטחים פתוחים לא מיוערים בקרבת העמוד.

פרמטרים אלה נמצאים בהתאמה מלאה לממצאים מישראל (להלן).

ב. סוגי הקווים בהם מתרחשים אירועי התחשמלות

מרבית אירועי התחשמלות עופות בעולם מתרחשים בקווי החלוקה, על עמודי מתח גבוה. במאמר המסכם 110 מחקרים מהעולם נמצא שאירועי ההתחשמלות בעולם קשורים קשר הדוק לקווי-מתח גבוה (הנושאים מתחים של 1,000 – 60,000 וולט) והם מתרחשים כמעט בכל היבשות (Lehman et al. 2007, Haas & Nipkow 2006).

קווי ההולכה (מתח על, מתח עליון) הם מטבעם גדולים יותר, ודורשים מרחק גדול בין הפאזות נושאות המתח (כמו גם בין הפאזות לבין חלקי העמוד המקורקים). בגלל שהמרחקים הנ"ל גדולים בד"כ מ- 3 מטרים (נספח א'), הסיכוי שעוף ייגע במקביל בשני תיילים (או בתייל נושא פאזה וחלק מקורקע של העמוד) ויסגור מעגל חשמלי הוא קטן מאוד. אירועים נדירים אלה מתרחשים כאשר ישנן אינטראקציות בין מספר עופות גדולים על העמוד (דוגמת חסידות המתקוטטות על מקום נוח לעמידה) או כאשר עוף מפריש לשלשת, וזו יוצרת מוליך רגעי המקצר בין הפאזות שהמתח ביניהן עצום (בהט 1994). כאמור, אירועים מסוג זה הם נדירים ולא נרשמו כלל בישראל במהלך העשור האחרון (אוהד הצופה בע"פ).

קווי-מתח נמוך – מסוכנים פחות מקווי-מתח גבוה, הן בגלל המתח שהם נושאים (גופם של העופות הוא מוליך גרוע), והן בגלל שהם עוברים בתוך ישובים, בשטחים שיש בהם פחות עופות גדולים. בישראל, קווים אלה מוטמנים בשנים האחרונות היכן שניתן (שחר ניצן, הליל זוסמן, בע"פ).

ג. התחשמלות שלא על עמודים

התחשמלות על כבלי החשמל עצמם מתרחשת לעיתים רחוקות, על פי רוב באחד משני מצבים :

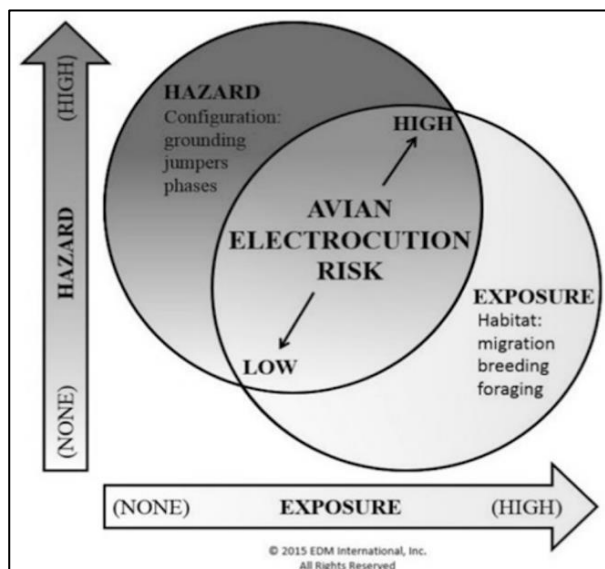
- עוף גדול המתנגש בקו המתח אגב מעוף, ותוך כדי ההתנגשות או אחריה נוגע בשני תיילים ומתחשמל.
- במצב שבגלל תקלה או טעות שני תיילים עוברים בסמיכות זה לזה, ועוף שעומד על תייל אחד נוגע גם בתייל השני. מצב זה הוא נדיר, והביא לדוגמה להתחשמלות 12 בזים אדומים באזור אלונה במאי 2013 (אוהד הצופה ולישי בן ינאי, בע"פ, איור 1).



איור 1: למעלה – בזים אדומים שנפגעו מהתחשמלות (לישי בן ינאי). למטה: בזים אדומים שהתחשמלו ונשארו תלויים על הכבל (אוהד הצופה).

ד. גורמים המשפיעים על ההסתברות לאירוע התחשמלות

ההסתברות להתרחשות של אירועי התחשמלות תלויה בעוצמת המפגע, קרי בעיצוב של העמוד והסיכון שהוא מציב בפני עופות בעלי גודל ומבנה שונים, וכן ברמת החשיפה, הנקבעת עפ"י בית הגידול שבו הוא מוצב, האטרקטיביות שלו עבור עופות והצורך שלהם להשתמש בעמוד החשמל כנקודת עמידה (איור 2).



איור 2: רמת הסיכון של העמוד נקבעת על ידי עוצמת המפגע (האלמנטים הטכניים שלו, דוגמת קונפיגורציה של התיילים ומספר הפאזות, האם עשוי מחומר מוליך, נוכחות מגשרים) וע"י רמת החשיפה (נקבעת עפ"י המיקום שבו מוצב העמוד – בית הגידול, מיקום יחסית לצירי נדידה, אזורי רבייה וכד'). מתוך Eccelton & Harness 2018.

הגורמים הקובעים את רמת הסיכון הנשקפת לעוף מסוים הבא במגע עם רשת החשמל נחלקים לשלושה סוגים – גורמים ביולוגיים הקשורים לעוף עצמו, גורמים הנדסיים הקשורים למבנה תשתית החשמל וגורמים סביבתיים הקשורים לאופי האזור שבו רשת החשמל פרושה:

1. גורמים ביולוגיים

- **גודל ומבנה העוף:** עופות גדולים, ארוכי רגליים וצוואר, חשופים יותר להתחשמלות בגלל הסיכוי שלהם לגעת בשני תיילים מוליכים או במוליך וחלק אחר של העמוד הפועל כהארקה (APLIC 2012).
- **התנהגות העוף:** עופות המשתמשים בעמודי החשמל כנקודות לתצפית, לינה או קינון הם הפגיעים ביותר. עופות המקננים על הקרקע (דוגמת זרונים ומיני ינשופים) אינם חשופים להתחשמלות בגלל מנהגם לצוד ממעוף ולעצור למנוחה על הקרקע או על עצמים נמוכים (Bevanger 1998).
- **זוויג:** אצל העופות הדורסים הנקבה גדולה יותר ולכן סיכוייה להתחשמל הם בד"כ גבוהים יותר. במרבית המינים הבדל זה אינו משמעותי, אך בחלק מהמינים, דוגמת עיט השמש הספרדי, הטיה זו ניכרת מאוד. בחלק מהמחקרים שעסקו במין זה נמצא יחס של 1:4 בתדירות ההתחשמלות של זכרים לעומת נקבות (Ferrer & Hiraldo 1992, Ferrer 2012).
- **גיל:** פרטים צעירים ומתבגרים נפגעים בשיעורים גבוהים יותר יחסית לבוגרים, ככל הנראה בגלל היעדר ניסיון בתמרוני הנחיתה וההמראה, ונטייתם לכן למתוח את כנפיהם לצדדים בכדי להתייזב (Bevanger 1998, Harness & Wilson 2001, González et al. 2007).

מדרג גס של רגישות העופות השונים וחשיפתם למפגעי התחשמלות והתנגשות מובא בטבלה 1 הערוכה בסדר סיסטמטי, מהסדרות והמשפחות הקדומות ביותר, לאלה הנחשבות מפותחות (Haas et al. 2005).

טבלה 1: חומרת ההשפעה של המגע עם רשת החשמל באמצעות התחשמלות (a) והתנגשות (b) על אוכלוסיות העופות, בחלוקה לסדרות/משפחות (Haas et al. 2005). הודגשו בצהוב קבוצות המינים שנפגעות באופן החמור ביותר מהתחשמלות.

- 0 – לא דווח על פגיעות.
 I – דווח על פגיעות, אך לא ניכרת השפעה כלשהי ברמת האוכלוסייה.
 II – נרשמו פגיעות מרובות באזורים מסוימים, אך לא ניכרת השפעה ממשית ברמת האוכלוסייה העולמית.
 III – נרשמו פגיעות מרובות, המגע של המין עם רשת החשמל מעמיד את האוכלוסייה האזורית או העולמית בסכנת הכחדה.

	(a) due to electrocution	(b) due to collisions
Loons (<i>Gaviidae</i>) and Grebes (<i>Podicipedidae</i>)	0	II
Shearwaters, Petrels (<i>Procellariidae</i>)	0	I - II
Bobbies, Gannets (<i>Sulidae</i>)	0	I - II
Pelicans (<i>Pelicanidae</i>)	I	II - III
Cormorants (<i>Phalacrocoracidae</i>)	I	II
Hérons, Bitterns (<i>Ardeidae</i>)	I	II
Storks (<i>Ciconiidae</i>)	III	III
Ibisses (<i>Threskiornithidae</i>)	I	II
Flamingos (<i>Phoenicopteridae</i>)	0	II
Ducks, Geese, Swans, Mergansers (<i>Anatidae</i>)	0	II
Raptors (<i>Accipitriformes</i> and <i>Falconiformes</i>)	II - III	I - II
Partridges, Quails, Grouses (<i>Galliformes</i>)	0	II - III
Rails, Gallinules, Coots (<i>Rallidae</i>)	0	II - III
Cranes (<i>Gruidae</i>)	0	II - III
Bustards (<i>Otididae</i>)	0	III
Shorebirds / Waders (<i>Charadriidae</i> + <i>Scolopacidae</i>)	I	II - III
Skuas (<i>Stercorariidae</i>) and Gulls (<i>Laridae</i>)	I	II
Terns (<i>Sternidae</i>)	0 - I	II
Auks (<i>Alcidae</i>)	0	I
Sandgrouses (<i>Pteroclididae</i>)	0	II
Pigeons, Doves (<i>Columbidae</i>)	II	II
Cuckoos (<i>Cuculidae</i>)	0	II
Owls (<i>Strigiformes</i>)	I - II	II - III
Nightjars (<i>Caprimulgidae</i>) and Swifts (<i>Apodidae</i>)	0	II
Hoopoes (<i>Upudidae</i>) and Kingfishers (<i>Alcedinidae</i>)	I	II
Bee-eaters (<i>Meropidae</i>)	0 - I	II
Rollers (<i>Coraciidae</i>) and Parrots (<i>Psittadidae</i>)	I	II
Woodpeckers (<i>Picidae</i>)	I	II
Ravens, Crows, Jays (<i>Corvidae</i>)	II - III	I - II
Medium-sized and small songbirds (<i>Passeriformes</i>)	I	II

2. גורמים הנדסיים

- **סוג קו המתח:** כאמור, מרבית אירועי ההתחשמלות מתרחשים בקווי-מתח גבוה, בגלל הקרבה היחסית בין האלמנטים השונים (בעיקר התיילים נושאי הפאזות) על גבי העמודים (Haas & Nipkow 2006).
- **סוג העמוד:** עמודים בעלי תפקוד מיוחד (עמודי מתיחה, עמודי מנתקים, עמודי שנאי וכד') מסוכנים הרבה יותר מעמודים רגילים (Demeter 2004, Tinto et al. 2010, הצופה 2009).
- **עמודים שהותקנו עליהם מיגונים:** עמודים שעברו מיגון והתאמה למניעת התחשמלות הם אכן הרבה פחות מסוכנים מעמודים ללא מבדדים (López-López et al. 2011), אף כי גם עליהם מתרחשים לעיתים רחוקות אירועי התחשמלות, בעיקר כתוצאה מהתקנה לקויה של אמצעי הבידוד או כתוצאה מבלייה עם הזמן (Dwyer et al. 2017).

3. גורמים סביבתיים

- **שטחי מפתח עבור דורסים:** אירועי ההתחשמלות מתרחשים באופן תדיר יותר באזורים חשופים עבור מיני הדורסים, דוגמת שטחי קינון, חריפה, אתרי לינה וצירי נדידה (González et al. 2007, Cadahia et al. 2010).
- **שכיחות הטרף:** שכיחות אירועי ההתחשמלות של עופות דורסים עולה בהתאמה לצפיפות פרטי הטרף באזור (Guil et al. 2011, Ferrer 2012).
- **צפיפות עצים:** עופות נוטים לעמוד על עמודי חשמל באזורים שבהם אין באופן טבעי עצים גבוהים או נקודות תצפית גבוהות אחרות, דוגמת מישורים ערביים, שדות חקלאיים ושטחי ביצה (Haas et al. 2007, Lehman et al. 2005).
- **מזג-אוויר:** הסיכון להתחשמלות העופות עולה בימים עם מזג אוויר לח או גשום, כאשר המוליכות החשמלית של הנוצות הרטובות עולה בערך פי עשר בהשוואה לנוצות יבשות (Lehman et al. 2007, Eccleston & Harness 2018).

4. התחשמלות עופות בישראל

א. כללי

דיווחים ראשונים על בעיית ההתחשמלות הופיעו בישראל בשנות ה-1970 המאוחרות (לשם 1985). במהלך שנות ה-1980 ותחילת ה-1990 תועדו לפחות 65 מקרי התחשמלות של נשרים על עמודי מתח-גבוה ומתח-עליון ברמת הגולן ובגליל המזרחי, ושיעור התחשמלות דורסים הוערך באותן שנים בכ-40 מקרי מוות לשנה, מתוכם כ-20 נשרים (Bahat 2002).

התחשמלות של חסידות תועדה באותן שנים בעמק חרוד ובעמק בית שאן, כאשר חסידות שעמדו על עמודי החשמל הפרישו לשלשת שגרמה לסגירת מעגל ולקצר. קצרים אלה גרמו לעיתים להפסקות חשמל, ועשרות הפסקות חשמל מסוג זה אירעו על קו מתח עליון באזור בית שאן מדי חורף (בהט 1997). נזקי ההתחשמלות נמצאו כבדים יותר כשהעוף המחושמל אינו נופל מהעמוד, אלא נשאר מוטל עליו (לעיתים לילה שלם), כך שהמערכת האוטומטית לחידוש הזרם אינה יכולה לפעול. במצב זה משך התקלה הוא רב, ויש לשלוח צוות לשטח על מנת להסיר את פגר העוף מהעמוד (בהט 1997).

התחשמלות עופות הסבה נזק כספי ניכר לחברת החשמל ולמשק הישראלי בגלל אי אספקת חשמל ליישובים, למחנות צבא ולמפעלים. נזקים אלה, כמו גם הסכנה לעופות הנדירים, הביאה את הגופים לשתף פעולה, וביוני 1996 החל פרויקט "אימוץ הנשרים" המשותף לחברת החשמל, רשות הטבע והגנים והחברה להגנת הטבע. מטרת הפרויקט הייתה לאושש את אוכלוסיית הנשרים בישראל ולמנוע את הכחדתה וכן למצוא פתרונות כלליים לבעיית ההתחשמלות והנזקים הכלכליים שהיא גורמת. ברבות הימים פרש הפרויקט את כנפיו גם על שאר הדורסים המצויים בסיכון בישראל והיום הוא נקרא "פורשים כנף על הנשרים והעופות הדורסים בישראל".

בשנותיו הראשונות עיקר העיסוק של הפרויקט היה בקונפליקט הקשור ישירות לחברת החשמל - התחשמלות של נשרים ומיני דורסים בסיכון. נערך סקר שבמסגרתו נאספו נתונים על אזורים וקווים שבהם קיימת בעיית התחשמלות, נבחרו האמצעים המתאימים למיגון, וכ-2,000 עמודים ברחבי הארץ מוגנו בהתאם. כמו כן נערכו פעילויות הסברה בקרב עובדי חברת החשמל ובקרב הציבור, כדי להסביר את הצורך במיגון שעלותו גבוהה.

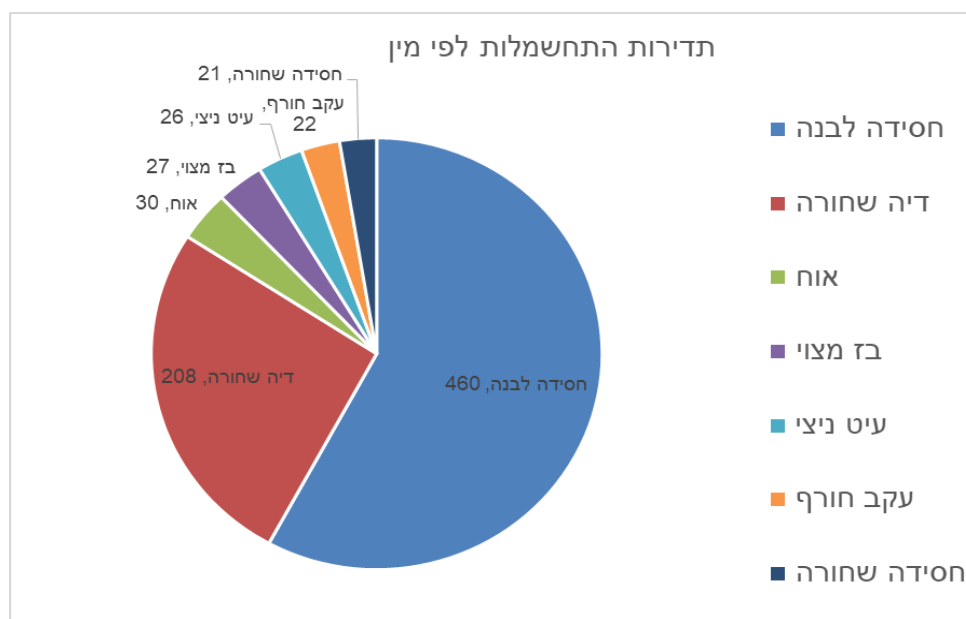
עם התקדמות המיגון, הלכה ופחתה בעיית ההתחשמלות של נשרים והיא מהווה כיום גורם איום זניח יחסית עם פחות מנשר פגוע אחד לשנה. הפתרון שהושג עבור נשרים, שהיה מהיר ויעיל יחסית, התאפשר בזכות העובדה שנשרים אינם מרבים לעמוד על עמודי חשמל, אלא אם יש בקרבתם מקורות מזון. בנוסף, עיקר מזונם של הנשרים הינו באתרי אספקת מזון ("תחנות האכלה") והרחקתם מקווי המתח ומיגון של מספר קווים בעייתיים (בעיקר ברמת הגולן) הביאו לפתרון החלק הארי של הבעיה (אוהד הצופה, בע"פ). עבור מיני דורסים אחרים, דוגמת עיט-ניצי, עיט שמש ועיטם לבן-זנב, הבעיה קשה יותר לפתרון בגלל נטייתם הטבעית לעמוד על עמודי חשמל (המדמים עבורם עצים), בשילוב עם הפיזור שלהם על פני אזורים נרחבים המרושתים בקווי-מתח-גבוה. מינים אלה ממשיכים להיפגע כיום מקווי חשמל שטרם מוגנו. במסגרת "פורשים כנף" מעמידה חברת החשמל בכל שנה תקציב משמעותי לשימור העופות הדורסים ולמיגון קווי-מתח כנגד ההתחשמלות.

ב. התחשמלות עופות בישראל בשנים האחרונות

בין השנים 2009 – 2018 תועדו בישראל באופן אקראי וללא ניטור מסודר כ- 930 אירועי התחשמלות של עופות (טבלה 2, איור 3). המינים שמתחשמלים בתדירות הגבוהה ביותר הם חסידה לבנה ודיה שחורה, שניהם מינים שכיחים המרבים לנצל עמודי חשמל כנקודות תצפית, מנוחה ולינה. מינים אלה מתחשמלים בעיקר בקרבה לאתרי אשפה, בריכות דגים ומאגרים.

טבלה 2: אירועי התחשמלות שתועדו בין השנים 2009 – 2018, מסודרים על פי מינים (בסדר יורד של שכיחות)

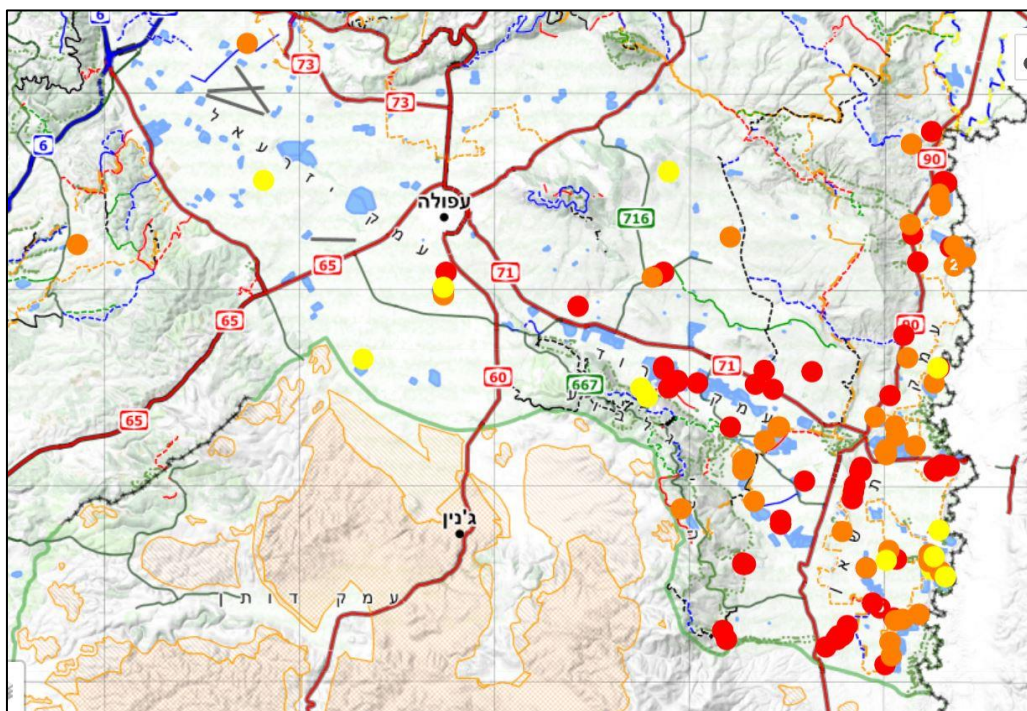
שם המין	מספר פרטים	אחוז מתוך סה"כ
חסידה לבנה	460	49.5
דיה שחורה	208	22.4
אוח	30	3.2
בז מצוי	27	2.9
עיט ניצי	26	2.8
עקב חורף	22	2.4
חסידה שחורה	21	2.3
חויאי	19	2.0
עורב אפור	16	1.7
עורב חום-עורף	13	1.4
בז אדום	12	1.3
עיט שמש	11	1.2
עקב עיטי	11	1.2
נשר	8	0.9
תנשמת	8	0.9
שלך	5	0.5
אנפה אפורה	4	0.4
רחם	4	0.4
אנפית בקר	2	0.2
יונת בית	2	0.2
מיינה מצויה	2	0.2
עורב קצר-זנב	2	0.2
עיט זהוב	2	0.2
טווס מצוי	1	0.1
לבנית גדולה	1	0.1
לילית מצויה	1	0.1
עיט גמד	1	0.1
עיט ערבית	1	0.1
עיטם לבן-זנב	1	0.1
קאק	1	0.1
תור מצוי	1	0.1
סה"כ	922	100



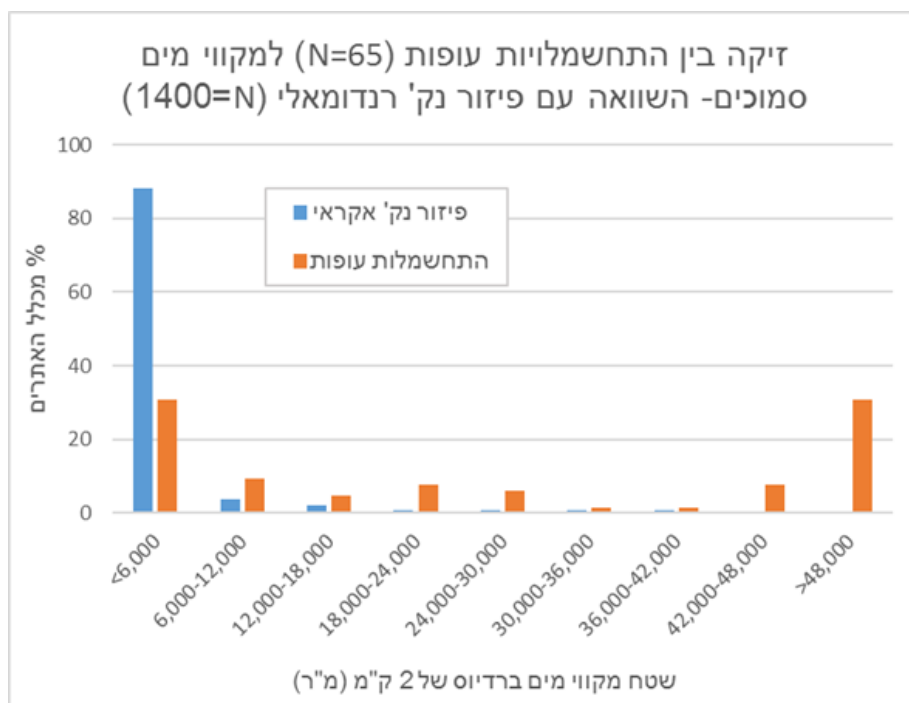
איור 3: שבעת המינים שהתחשמלו בתדירות הגבוהה ביותר בישראל בשנים 2009 - 2018. עיט ניצי נמצא במקום החמישי, למרות שמספריו בארץ נמוכים מאוד (במספר סדרי גודל) יחסית למינים האחרים.



איור 4: אירועי התחשמלות של חסידות לבנות ודיות שחורות (עיגולים כחולים) בשנים 2015 - 2018 ליד אתרי סילוק אשפה דודאים וגני הדס ובסמוך לריכוז לינה של דיות ליד צומת אשל הנשיא (N=103).



איור 5: אירועי התחשמלות של חסידות לבנות (אדום), חסידות שחורות (צהוב) ודיות שחורות (כתום) בשנים 2015 – 2018. מרבית האירועים מתרחשים ליד גושי מאגרים ובריכות דגים (N=138).



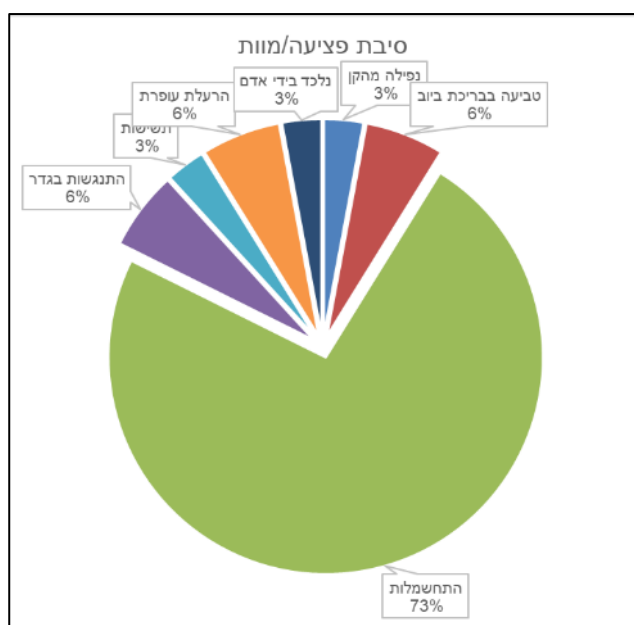
איור 6: בדיקת הזיקה בין התחשמלות עופות (ללא המינים השכיחים ביותר חסידה לבנה ודיה שחורה) לבין הקרבה למקווי מים. ציר ה- x מבטא את שטח מקווי המים ברדיוס 2 ק"מ מנקודות דיגום אקראיות (כחול) ומנקודות בהן התחשמלו עופות (כתום). ניתן לראות ששתי ההתפלגויות שונות מאוד זו מזו, כלומר שיחסית להתפלגות אקראית, אירועי ההתחשמלות נוטים להתרחש בקרבה לגופי מים (אירועי ההתחשמלות המופיעים בעמודות הימניות, המהווים כ- 40% מסך האירועים, התרחשו בסמיכות לגופי מים גדולים). המינים בניתוח זה: עיט ניצי, עיט שמשי, עיט זהוב, עיט גמד, עיט ערבית, עיט לבן-זנב, שלד, חסידה שחורה.

הבעיה חמורה במיוחד לגבי מיני עופות דורסים הנמצאים בסכנת הכחדה בישראל, דוגמת עיט ניצי, עיט זהוב ועיטם לבן-זנב, עבורם מהווה התחשמלות גורם איום מרכזי:

ניתוח מקיף של מצב אוכלוסיית העיט הניצי שבוצע בשנים האחרונות (מירוז, לידר והצופה 2019), מצביע על גורמי הפגיעה העיקריים ומנתח את גורל אוכלוסיית המין בישראל תחת מספר תרחישים עתידיים. הניתוח מלמד שאחד הגורמים העיקריים התורמים לירידה בגודל האוכלוסייה הוא הפגיעה בפרטים צעירים ומתבגרים המתחשמלים על קווי-מתח גבוה.

בדומה למערב אירופה (Hernandez-Matias *et al.* 2015), גם בארץ התחשמלות מהווה את גורם התמותה השכיח ביותר בקרב עיטים ניציים צעירים (איור 7). פרטים אלה משוטטים לאחר פריחתם בעיקר באזורי השפלה, בקע הירדן והעמקים הצפוניים ושם מתרחשות מרבית הפגיעות. מנתונים שנאספו על ידי פקחי רטי"ג ובית החולים לחיות-בר, בין השנים 2011 – 2020, אותרו 34 עיטים ניציים שנפגעו כתוצאה מהתחשמלות.

על פי נתוני מחקר טלמטרי שהחל ב- 2016 (N=40), מתוכם 21 ילידי גרעין הרבייה, 19 ילידי טבע), מספר העיטים שמתחשמלים בארץ מדי שנה עומד על כ- 8 פרטים לשנה (7.6 פרטים בממוצע). נתון זה כולל עיטים ילידי ישראל בלבד, וסביר שנפגעים בארץ גם פרטים שמקורם בארצות אחרות.



איור 7: התפלגות גורמי תמותה של עיטים ניציים שנפגעו בישראל 2011 – 2018 (N=34).

אוכלוסיית העיט הניצי בישראל קטנה מאוד ונאמדת ב- 15 עד 16 זוגות בוגרים, מתוכם 4 בגליל ובגולן וכל היתר בחבל המדברי. גודל אוכלוסייה זה מציב אותה בפני סכנת הכחדה חמורה, כשהיא עשויה להיות מושפעת בנקל מאירועים אקראיים דוגמת התפרצות מחלות או רצף שנות בצורת. אוכלוסייה המונה פחות מ- 50 פרטים בוגרים מוגדרת ב-"סכנת הכחדה חמורה" (Critically Endangered), לפי הקריטריונים של ארגון שמירת הטבע העולמי IUCN, כפי שאומצו ע"י הספר האדום של העופות המקננים בישראל (מירוז וחובריו 2017).

בכדי שאוכלוסייה זו תצא מסכנת הכחדה מידית ותעבור לדרגת הסיכון השנייה בחומרתה ("בסכנת הכחדה" - Endangered), עליה לעבור סף של 50 פרטים בוגרים, שהם 25 זוגות מתרבים. יעד זה מוערך כאפשרי בהסתמך על נחלות הקינון ההיסטוריות (לשם 1976, סלע 1976) והערכת מומחה לגבי מצבן של נחלות אלה כיום, גורמי הסיכון הקיימים בהן ויכולתן להחזיק ולכלכל זוג בוגרים לאורך מחזור הקינון (הצופה ומירוז 2015). ההיגיון העומד מאחורי שיטה זו מסתמך על נטייתם המובהקת של העיטים הניציים לחזור לקנן בטריטוריות היסטוריות שננטשו

(לדוגמה, שני זוגות עיטים ששבו בשנים האחרונות לקנן בגליל, חזרו בדיוק לאותו מצוק בנחלות הקינון ההיסטוריות בנחל עמוד ובנחל דישון). על פי הערכה זו, כושר הנשיאה של ישראל נאמד ב- 26 עד 33 זוגות.

ג. התפלגות אירועי ההתחשמלות לפי סוג העמוד

כפי שעולה ממחקרים בעולם, העמודים המסוכנים ביותר ברשת הם בד"כ העמודים המיוחדים, ה"נושאים ציוד". תופעה זו ניכרת גם מדיווחי ההתחשמלות שנרשמו ע"י פקחי רט"ג. מסיכום דיווחים אלה עולה, כי עמודי משא רגילים (שהם העמודים השכיחים ברשת) אחראים לכ- 38% מכלל אירועי ההתחשמלות, בעוד ש- 62% מכלל האירועים המדווחים התרחשו על עמודי מיתוג, שנאי, מתיחה וכדומה, שתדירותם ברשת החשמל נמוכה בהרבה (איור 8).



איור 8: התפלגות אירועי התחשמלות עיטים (עיט ניצי, עיט שמש ועיט לבן-זנב) במחוז צפון של רט"ג בשנים 2009 – 2018, בחלוקה לסוג העמוד (N=20).

בחינה מדוקדקת של אירועי ההתחשמלות בהם היו מעורבים עיטים במחוז צפון³ של רט"ג העלתה נתון חשוב נוסף – שמרבית העמודים עליהם התחשמלו העיטים היו עמודים בעלי מנתקים או מגשרים עיליים (טבלה 3). שיעור המעורבות של עמודים אלה באירועי התחשמלות גבוה בהרבה משיעורם היחסי ברשת החשמל (אף כי הנתון האחרון אינו ידוע לנו, בגלל קושי לשלוף את המידע ממאגר המידע של חח"י).

סוג עמוד	מס' אירועים	המצאות מגשרים עיליים	אחוז
מעבר (משא רגיל)	6	1	32
הסתעפות	2	2	11
זווית	2	2	11
מנתקים	3	3	16
שנאי	6	6	32
סה"כ	19	14	100%
עם מגשרים עיליים	14		74%
ללא מגשרים עיליים	5		26%

טבלה 3: סוג העמוד המעורב באירועי התחשמלות עיטים במחוז צפון של רט"ג (עיט ניצי, עיט שמש, עיט לבן-זנב)

³ בוצעה בסיוע שי הוז, אגף אחזקת רשת במחוז צפון, חח"י.

5. נהלי עבודה של חברת החשמל וגורמי התכנון

א. נוהל העבודה הקיים למיגון עמודים

מלאכת מיגון העמודים הוגדרה במסגרת פרויקט "פורשים כנף"⁴ במהלך שני העשורים האחרונים, כאשר שני הגופים שמעורבים באופן שוטף בתהליך המיגון הם חח"י ורט"ג. אופן העבודה הקיים כיום מתרכז בניסיון למגן קווים ועמודים שנרשמו בהם אירועי התחשמלות. קצב המיגון שנקבע עומד על 100 עמודים לשנה, אף כי בחלק ניכר מן השנים לא עומדים ביעד זה בפועל, בעיקר בגלל מחסור בציוד מיגון במחסני חח"י (אוהד הצופה ואמיר בלזם, בע"פ). מספר העמודים שמוגנו עד היום עומד על כ- 3,500 מתוך למעלה מ- 150,000 עמודי מתח גבוה קיימים בישראל (הצופה 2009, קוך-דבדוביץ' 2009, אוהד הצופה, בע"פ).

השתלשלות האירועים הקודמת למיגון עמודים מתחילה באיתור אקראי של עוף פצוע או מת על עמוד מתח או מתחתיו. האיתור מבוצע בדרך-כלל ע"י פקחים ואנשי שטח ברט"ג או אזרחים המדווחים להם. אירועי ההתחשמלות המדווחים מרוכזים במאגר המידע של רט"ג. אקולוג העופות בחטיבת מדע מעביר מדי שנה למחוזות חח"י רשימות של עמודים הדורשים מיגון. העמודים נבחרים על פי מיני העופות שנפגעו (מידת החשיבות לשימור אוכלוסיות) ומידת "החזרתיות" והיקפי ההתחשמלות על הקו או על עמודים נבחרים בו. עמודים אלה נבחרים במהלך סיור משותף לחח"י ולרט"ג, שנועד לבחון את הגישה לעמוד ואת הציוד הנדרש למיגון. השאיפה בד"כ היא למגן לא רק את העמוד שעליו התרחשה ההתחשמלות אלא גם מספר עמודים סמוכים על אותו קו (אוהד הצופה, אמיר בלזם ושי הוז, בע"פ).

עד כה נערך רק רישום ודיווח חלקי של חח"י לרט"ג של העמודים שמוגנו, כך שלמעשה אין כיום רשימה מלאה של העמודים שמוגנו בארץ. יתר על כן, במצב שבו אין הגדרה מראש של אזורים או אתרים הדורשים מיגון, קורה לעיתים שבעת תכנון והקמה של קו חדש באזור הסובל מאירועי התחשמלות חוזרים ונשנים, לא תמיד יבוצע תכנון נכון או מיגון של הקו החדש בעת הקמתו (מה שעשוי היה להוזיל מאוד את עלויות המיגון). כך קרה לדוגמה, כאשר הוקם קו מתח-גבוה ב-2017 באזור אתרי סילוק אשפה דודאים וגני הדס. קו זה הוקם בצמוד לקו מתח קיים, שסבל בעבר מתמותה רבה של חסידות לבנות ודיות שחורות, ועבר כמה סבבים של מיגון (איור 4). גם בנוגע לתחזוקת קווים שמוגנו אין כל ניטור או נוהל מסודר.

ב. נוהל עבודה קיים מול מוסדות התכנון

למעשה לא קיים כיום נוהל כללי ומחייב בנושא מיגון קווי-מתח כנגד התחשמלות עופות.

במסמך "עקרונות למדיניות מניעת התחשמלות של עופות" (הצופה 2009) שהופץ לגורמי תכנון ברט"ג ובמשרד להגנת הסביבה, ניתנו ההנחיות הבאות:

כל הפתרונות התכנוניים צריכים לעמוד ב"תקנות החשמל (התקנת רשתות חשמל עיליות במתח גבוה תשס"ח 2008)".

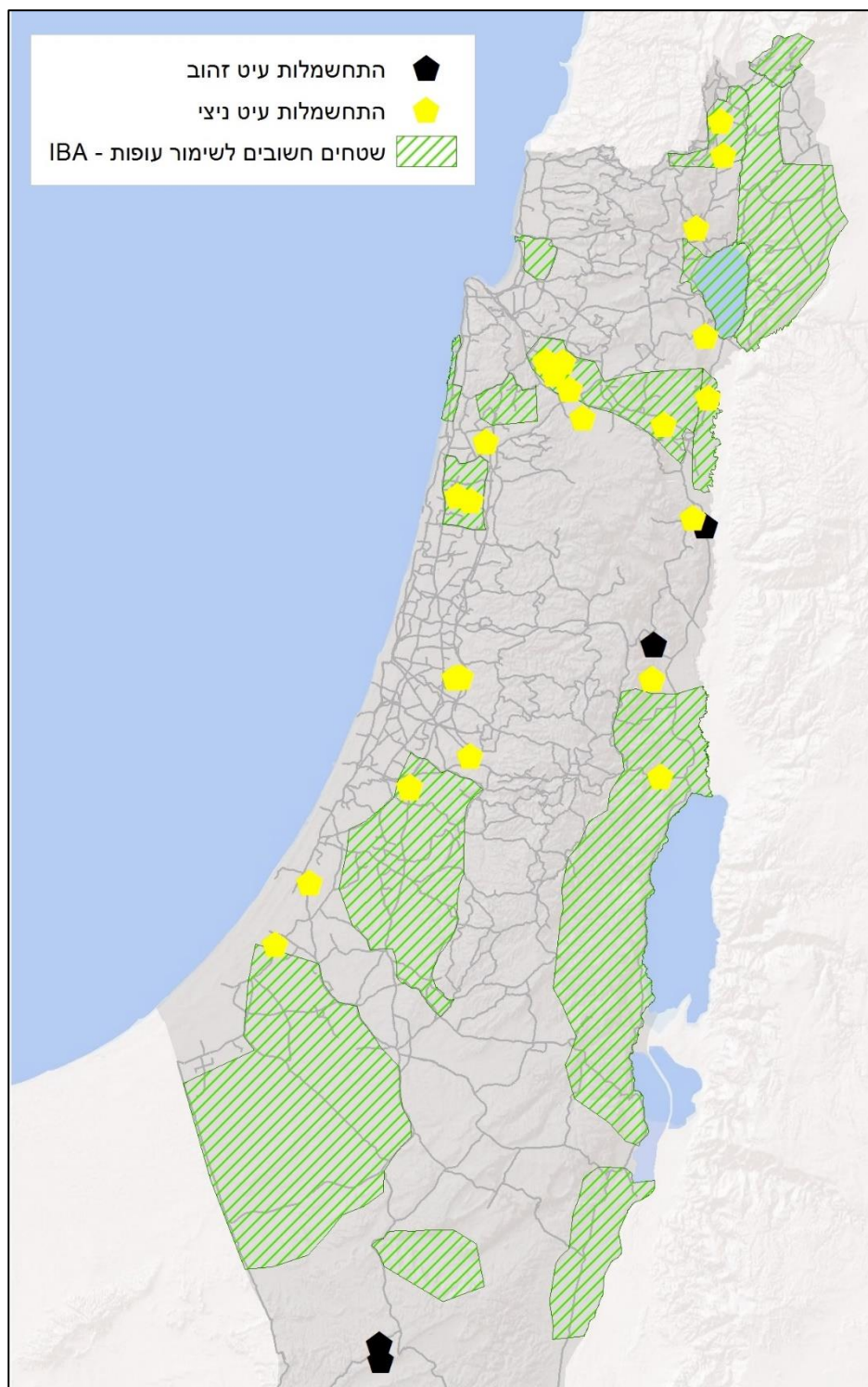
בעת הבחינה של תכניות קווי-מתח חדשים צריך לבדוק בצורה קפדנית את תוואי הקו. יש להימנע ככל הניתן מ:

1. הקמת קווים בתוך אחל"צים שאינם לפי הנחיות המיגון שיפורטו.
2. קווים שאינם טמונים או שאינם ממוגנים במרחק של עד 150 מטר ממאגרי מים ובריכות דגים.
3. קווים שאינם טמונים או שאינם ממוגנים במרחק של עד 200 מטר מאתרי סילוק אשפה.

⁴ המשותף לחברת החשמל, רשות הטבע והגנים והחברה להגנת הטבע

4. קווי-מתח גבוה חדשים בהם לא יבודדו (בציפוי מבודד) את כל הגשרים העיליים בכל עמודי המתח הגבוה.

הקמת קווים לפי הנחיות אלה אכן עשויה למנוע חלק ניכר מאירועי ההתחשמלות המתרחשים בישראל, שכן אירועי התחשמלות רבים מתרחשים באחל"צ (56% במקרה של עיט ניצי, איור 9), ואירועים רבים אחרים מתרחשים בסמיכות למאגרי מים ואתרי סילוק אשפה, או על עמודים בעלי מגשרים עיליים. אלא שההנחיות הנ"ל לא הוטמעו במערכת התכנונית בכל אחד מהגופים הנוגעים לדבר והן אינן מיושמות באופן עקבי (מירה הולדר, דרור בוימל, עמי לזר, בע"פ).



איור 9: התחשמלות עיטים ניציים ועיטים זהובים, יחסית לשטחי אחל"צ. 14 מתוך 25 אירועי התחשמלות עיט ניצי התרחשו באחל"צ, אירועי התחשמלות עיט זהוב התרחשו מחוץ לאחל"צ (הכנה: גלעד וייל, רט"ג).

קיימים הבדלים מהותיים בתהליך התכנון והאישור של קווי הולכה לעומת קווי חלוקה:

- **קווי הולכה (מתח על/עליון):** הקמת קו חדש דורשת תכנית ארצית מאושרת. התכניות נידונות ומקודמות במסגרת הוועדה הארצית לתכנון ולבניה או הוועדה לתשתיות לאומיות (הות"ל). בוועדות הנ"ל יש ייצוג לגופים הירוקים, והתכניות נדרשות לעבור תסקיר השפעה על הסביבה ותהליך בחינת חלופות. לגבי תכניות אלה לא קיים נוהל עבודה ברור הקשור לשמירה על בעלי-כנף. לפי שיקול דעתם של נציגי הגופים הירוקים, הם עשויים לבקש ייעוץ והנחיות מאנשי מקצוע (דוגמת אקולוג המחוז, אקולוג עופות בחטיבת מדע או מרכז הצפרות של החלה"ט) ולשלב אותן בתכנית. בכל אופן, נראה ששיקולי הגנת הסביבה ושימור בעלי-כנף אינם נלקחים בחשבון בשלב התכנון המוקדם (הילל זוסמן, מירה הולדר, דרור בוימל, בע"פ).
- **קווי חלוקה (מתח גבוה):** התכניות אינן מחויבות באישור סטטוטורי אלא רק במתן היתר (מכוחה של תכנית מתאר ארצית לתשתיות חשמל, תמ"א 10). משום כך הן אינן עוברות דרך וועדות התכנון והבנייה והן אינן מחויבות בתסקיר השפעה על הסביבה. התכנית מוצגת לאחראי התשתיות המחוזיים ברט"ג והם עשויים לדרוש הטמנה של הקו או התקנת אמצעי מיגון למניעת התחשמלות עופות, אך בגלל היעדר כללים מחייבים, כל אחד מהם בוחן את הקו ומחליט אם להכתיב המלצות רלוונטיות לתכנית לפי ראות עיניו. במחוז צפון, כאשר האזור שבו עובר הקו הוגדר כרגיש ויש חשש לפגיעה בעופות – ההנחיה היא תמיד להטמין את הקו. במידה ולא ניתן להטמין, ההנחיה היא למגן אותו. בדיקה של יישום ההנחיות הללו בפועל מבוצעת ע"י פקחי התשתיות (שירה בנארי כהן, ניר אנגרט, מירה הולדר, עמי לזר, בע"פ).

ג. חקיקה קיימת

לא קיימת כיום בארץ כל חקיקה מחייבת הנוגעת להפיכת רשת החשמל לבטוחה יותר עבור בעלי-כנף, אף כי הצעה כזו הונחה על שולחן הכנסת ב- 19 במאי 2008. הצעת חוק החשמל (תיקון – הגנה מפני התחשמלות עופות), התשס"ח-2008, הוגשה ע"י חברת הכנסת אסתר רינה טרסמן (ישראל ביתנו) בשיתוף עם החברה להגנת הטבע. הצעה זו נועדה לעגן בחוק את החובה למגן עמודי חשמל למניעת התחשמלות של בעלי כנף, והיא כללה מיגון של כל עמודי המתח-גבוה המוצבים באחל"צ. מסמך המציג את בעיית ההתחשמלות של עופות הוכן ע"י מרכז המחקר והמידע של הכנסת לבקשת חה"כ ניצן הורוביץ (קוד דבידוביץ' 2009). הצעת חוק זו לא קודמה אף לקריאה טרומית והחוק לא אושר.

6. שיטות העבודה הנהוגות במדינות אחרות

פרק זה סוקר את מקצת שיטות העבודה הנהוגות במדינות אחרות, במיקוד על תכנון מושכל למזעור הפגיעה בעופות דורסים.

א. חקיקה

מטרות החקיקה מכוונות במרבית המדינות לעצירת התפשטות המפגע, קרי לכוון להקמת קווים חדשים בעיצוב בטוח לעופות וכן לצמצם את המפגע הקיים על ידי מיגון כלל העמודים או לפחות העמודים המסוכנים באזורים החשובים ביותר. להלן מספר דוגמאות.

אמנות בינ"ל:

1. האמנה להגנה על המינים הנוודים (Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals (CMS) – החלטה 7.4 (2002) קוראת למדינות החתומות למנוע התחשמלות של עופות נודדים.
2. אמנת ברן לשמירה על הטבע באירופה – החלטה 110 (2004) קוראת למניעת פגיעה בעופות מקווי-מתח ע"י איסור השימוש בעמודים מסוכנים, כללים טכניים לצמצום בעיות ההתחשמלות וההתנגשות והגדרת סדרי עדיפויות למחקר ולניטור.

דוגמאות לחקיקה מחייבת באירופה:

3. **האיחוד האירופי** – חוק בנושא מניעת הפגיעה בעופות מקווי-מתח (1979.409, 2009/147/EC): "המדינות החברות נקראות לנקוט באמצעים למניעת פגיעה בעופות כתוצאה מהתחשמלות".

"Member States are urged to undertake effective measures against (otherwise ongoing) casualties of bird electrocution".

4. **גרמניה** - חוק לשמירה על הטבע בגרמניה (2002):

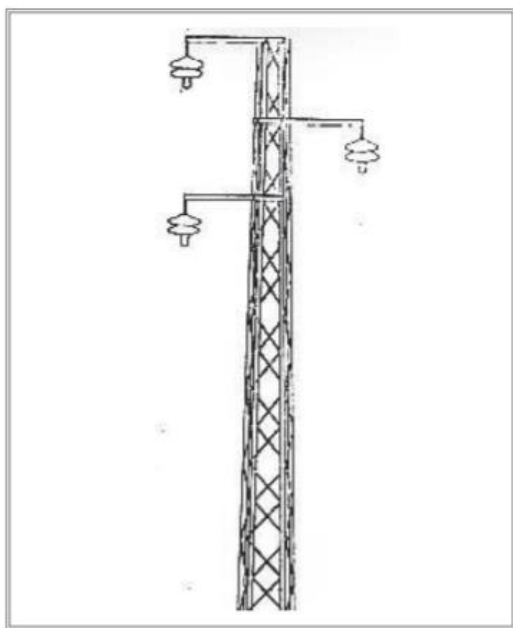
- קווים חדשים יוקמו באופן שאינו מאפשר התחשמלות עופות
- מיגון למניעת התחשמלות עופות של כל עמודי החשמל הקיימים במהלך עשר שנים (עד 2012)

5. **סלובקיה** - תקנה 543/2002 לשמירה על הטבע והנוף: "אם תוכח פגיעה בציפורים כתוצאה מקווי-מתח או תקשורת, הרשות האחראית לשמירה על הטבע תתבע מהחברה המפעילה את הקו לנקוט באמצעים למניעת פגיעה בעופות".

6. **ספרד**: החוק הראשון נחקק באנדלוסיה ב-1990, וכלל שינוי תצורת העמודים בקווים חדשים לעמודים בטוחים יותר לעופות וכן מיגון הקווים הקיימים בכל האזורים חשובים לעופות SPA-Special Protected Areas, Nature2000) ואזורים בעלי חשיבות אקולוגית (כולל 2 ק"מ מכל מקווי המים). בקווים קיימים בוצעה החלפה של העמודים המסוכנים או מיגון שלהם ובנוסף תליית סמנים על הכבלים למניעת התנגשות באזורים החשובים (Ferrer 2012).

בין השנים 1992 – 2009 מוגנו באנדלוסיה (לאחר חקיקת החוק) 6,560 עמודים מסוכנים, לאורך כ- 1,500 ק"מ של קווי-מתח העוברים באזורי קינון של עיט השמש הספרדי. עלות האמצעים שננקטו למניעת התחשמלות הסתכמה ב- 2.6 מיליון יורו (השקעה שנתית של כ- 154,000 יורו). התאוששות אוכלוסיית העיטים באנדלוסיה הייתה מרשימה, והיא עלתה בתקופה זו בקצב של כ- 5% לשנה, מ- 22 זוגות ל- 60 (Lopez-Lopez et al. 2011, Ferrer 2012).

שש מדינות נוספות הלכו בעקבות אנדלוסיה וחוקקו חוקים עצמאיים למניעת התחשמלות, וב- 2008 חוקק חוק כללי בספרד (1432/2008) המגדיר את האמצעים שיש לנקוט בקווים קיימים ומתוכננים, באזורים חשובים לשמירת טבע (SPA) ובאזורים חשובים לשמירה על מגוון המינים (אזורים אלו הוגדרו ע"י משרדי הגנת הסביבה בכל אחד מ- 17 המחוזות בספרד).



איור 10: סוג העמוד שעליו הומלץ במסגרת החקיקה באנדלוסיה (Ferrer 2012).

3 d. Pylon with three staggered crossarms and aligned suspended insulators. This configuration was the safest of all designs in Doñana, having an annual mortality rate of 0.027 raptors per pylon, 24 times less than the most dangerous pylon. This was the design that would eventually be recommended in bird protection legislation.

ב. שיתופי פעולה ארציים שאינם מעוגנים בחוק

במדינות אחדות הוחלט לארגן את עבודת מיגון העומדים והפיכת רשת החשמל לבטוחה תחת מסגרת אירגונית שאינה מעוגנת בחוק. כזהו גם המצב בישראל כיום, כאשר חברת החשמל מבצעת את מיגון העמודים במסגרת תרומתה לפרויקט "פורשים כנף", שאין לו תוקף מחייב. מזכרי הבנה דומים נחתמו במדינות דוגמת הונגריה, שווייץ, גרמניה, צרפת, פורטוגל, נמיביה ודרום-אפריקה (Prinsen 2012).

הדוגמה של מזכר ההבנות בהונגריה: בהונגריה נחתם ב- 2008 מזכר הבנות (MoU) בין המשרד להגנת הסביבה, ארגון לא-ממשלתי (BirdLife Hungary) וכל חברות החשמל, שנקרא "שמיים נגישים" ("Accessible Sky").

מטרת הפרויקט להפוך את רשת החשמל בהונגריה לבטוחה עבור עופות עד לשנת 2020. במסגרת הפרויקט אופיינו 21,700 ק"מ של קווים מסוכנים שנדרש למגן כנגד התחשמלות והתנגשות בעלות כוללת של מעל ל- 60 מיליון יורו (European Commission 2018). דוגמאות לאמצעים שנקטו במסגרת הפרויקט:

- הגנה על אוכלוסיית החובה הגדולה מפני התנגשויות בכבלים: 11 ק"מ של קווי-מתח הוטמנו באדמה ו- 45 ק"מ נוספים סומנו באמצעות דגלונים ("FireFly").
- שימור אוכלוסיית בז הצידים: הותקנו מיגונים כנגד התחשמלות על 510 ק"מ של קווי-מתח.
- שימור אוכלוסיית בז ערב: הותקנו מיגונים כנגד התחשמלות על 400 ק"מ של קווי-מתח.

ג. מדיניות לפתרון בעיית ההתחשמלות בקווים קיימים

הדוגמאות המובאות להלן מציגות את מקצת שיטות עבודה הנהוגות במדינות מסוימות במטרה לטפל אד-הוק בבעיה הכללית של התחשמלות עופות או בכדי להגן על אוכלוסיות של מינים מסוימים הנמצאים בסיכון מוגבר.

1. הטמנת כל קווי המתח הגבוה

הטמנת קווי החשמל באדמה היא הפתרון המוחלט היחיד הן לבעיית ההתחשמלות והן לבעיית ההתנגשות, והוא גם הפתרון היחיד שאינו דורש ניטור ותחזוקה שוטפת לאורך זמן. עלויות ההקמה של קו טמון הן ככל הנראה גבוהות יותר, אבל לטווח הארוך שיטה זו זולה יותר בגלל אמינות הרשת ומיעוט התקלות (Nipkow 2011, Bayle 1999). להטמנת הקווים יש יתרונות רבים (Prinsen et al. 2011):

- חותמת נופית נמוכה
- הפחתת קרינה אלקטרומגנטית
- נכונות ציבורית לקבל קווים חדשים – קיצור והוזלה של תהליכי התכנון
- פחות תקלות
- אין בעיה של שריפות יער וחורש
- עמידות בכל תנאי מזג האוויר
- דורשת פחות תחזוקה ולכן זולה יותר לטווח הארוך
- אין בעיה של התחשמלות והתנגשות עופות

במרבית מדינות מערב אירופה וארה"ב הפכה הטמנת קווים חדשים לברירת המחדל, כשהיעד הוא להטמין את כל קווי המתח הגבוה. בהולנד הושג יעד זה כבר לפני שנת 2000 וגם בגרמניה, אוסטריה, בלגיה, דנמרק נורבגיה ואנגליה מרבית הקווים כבר מוטמנים. לכן, בעיית התחשמלות עופות כמעט ואינה קיימת במדינות אלה (Bayle 1999, Prinsen et al. 2011, Bernardino et al 2018).



איור 11: התחשמלות עיט ניצי גרמה לשריפת קוצים ליד מט"ש היוגב, קיץ 2018.

2. ניטור ומיגון סלקטיבי של קווי-מתח קיימים

הדוגמאות המובאות להלן (סיכום בטבלה 5) מציגות פתרונות ממוקדים, שנועדו לתת מענה מהיר לבעיה של התחשמלות עופות רבים על קווי-מתח קיימים. הן מציגות תהליך של ניטור – תוצאות – הסקת מסקנות – יישום וניטור חוזר.

1. בולגריה (Demerdzhiev et al. 2009, Demerdzhiev 2014, Demerdzhiev 2016).

הבעיה: התחשמלות עופות רבים, כולל עיטי שמש ובאזורים חשובים לציפורים (SPA). מרבית קווי המתח הגבוה בבלגריה אינם בטוחים לעופות (סה"כ 110,000 ק"מ של קווים).

שיטות ניטור: ב-2004 החלו מחקר ארוך-טווח ותכנית פעולה שמטרתה לצמצם את שיעורי התמותה של עיטי שמש. הניטור נערך באזור שבו מקננים 33 זוגות של עיטי שמש, על ידי סריקה שבוצעה ע"י מספר מתנדבים שהלכו פעם בחודש במשך שנה לאורך 430 ק"מ של קווי-מתח (כ-5,000 עמודים). פגרים שאותרו במרחק של עד 5 מ' מעמוד חשמל נחשבו לקורבנות התחשמלות ובמרחק גדול יותר נחשבו לקורבנות אירוע התנגשות.

תוצאות ניטור: בסה"כ אותרו 445 עופות (השכיחים ביותר היו חסידות ועורבים, 22% דורסי-יום, 8 עיטי שמש), מהם 105 התנגשו, 340 התחשמלו (לא נעשה כיוול לקצב העלמות הפגרים). שיעור היפגעות העופות נמצא גבוה באזורים המוגנים (Natura 2000), בוצע אפיון של רמת הסיכון של כל אחד מסוגי העמודים (מס' הפגרים\מס' העמודים מאותו סוג).

מסקנות והנחיות:

- נקבעה עדיפות למיגון בטריטוריות הקינון ובאזורי חריפה של עיטי שמש (שנקבעו ע"פ סוג בית הגידול).
- מיגון כל עמודי החשמל ברדיוס 5 ק"מ מאתרי קינון עיטי שמש (בעדיפות ל-7 סוגי עמודים מסוכנים מתוך 9 סוגים שאופיינו).
- התקנת סמנים למזעור הסיכון להתנגשות בקווי-מתח בקרבת אתרי Natura2000.

- בזכות הניטור המקיף, ניתנו הנחיות תעדוף למיגון עמודים לפי קווים ספציפיים (מהקו המסוכן ביותר לקו הפחות מסוכן).

יישום: במסגרת הפרויקט אופיינו 21,700 ק"מ של קווים מסוכנים שנדרש למגן כנגד התחשמלות והתנגשות בעלות כוללת של מעל ל- 60 מיליון יורו. חלק מהעבודה מומנה ע"י פרויקט Life for Safe Grid (2013) שכלל הטמנה של 50 ק"מ קווי-מתח גבוה ומיגון כל העמודים ברדיוס 5 ק"מ מקיני עיטי שמש (סה"כ 2,740 עמודים).

2. צרפת (Chevallier et al. 2015)

הבעיה: תמותה מוגברת של עיטים ניציים כתוצאה מהתחשמלות. המחקר אסף נתונים דמוגרפיים מהשנים 1990 – 2009 ובדק את ההשפעה של פעולות מיגון עמודים על אוכלוסיית העיט הניצי.

שיטות עבודה: פעולות מיגון העמודים החלו ב- 1997 (שיתופי פעולה בין גופים לא ממשלתיים לבין חברות החשמל). נערכו סקרים למיפוי קווי החשמל בקרבה לאתרי הקינון ובאזורי הדיספרסיה. בין השנים 1999 – 2004 מוגנו כ- 500 עמודים בתוך 15 טריטוריות של עיטים ניציים (המהווים כ- 75% מהאוכלוסייה בצרפת). בנוסף מוגנו עמודים רבים גם בדלתא של הקמארג, אזור ביצתי המוכר כאזור דיספרסיה של עיטים. נתונים דמוגרפיים נאספו בשיטות של לכידה ותצפית/לכידה חוזרת (Capture-recapture).

תוצאות:

- ירידה בתמותת צעירים מהתחשמלות מ- 56% ל- 14% וירידה בתמותת בוגרים מ- 13% ל- 0%.
- עליה בשיעור השרידה של צעירים מ- 0.3 ל- 0.53, מתבגרים מ- 0.49 ל- 0.62, ובוגרים מ- 0.77 ל- 0.88.
- לא נצפה שינוי בהצלחת הרבייה של הזוגות המקננים.
- במקביל לירידה בשיעורי התמותה מהתחשמלות נרשמה עלייה בתמותה מגורמים אחרים.
- עלייה בערך של "למבדה" (פרמטר חיות האוכלוסייה) מ- 0.82 (אוכלוסייה מצטמקת) ל- 0.98 (אוכלוסייה כמעט יציבה).
- בין השנים 2002 – 2015 נצפה גידול באוכלוסייה מ- 23 זוגות ל- 33 זוגות מקננים (עלייה זו מוסברת ככה"נ ע"י הגירה של פרטים מחצי האי האיברי ולא דווקא ע"י רבייה מקומית).

מסקנות והנחיות:

- הפרמטר הדמוגרפי החשוב ביותר הוא שרידות הבוגרים, ולכן החשוב ביותר הוא למגן את אזורי הקינון.
- טריטוריות שבהן עמודי חשמל מסוכנים מהוות "מלכודת אקולוגית" (Sink המושך אליו מקננים מאזורים/תת-אוכלוסיות אחרות).
- עלות מיגון עמודים באזורי הקינון והדיספרסיה היא גבוהה, אבל לטווח הארוך זולה יותר מכל מאמץ לאושש את האוכלוסייה בדיעבד (דוג' רבייה בשבי או כל שיטה אחרת).
- נדרש מיגון גם של אתרי קינון היסטוריים, כי הם יהיו הראשונים להתאכלס כשהאוכלוסייה תגדל.
- מומלץ לא רק למגן קווים קיימים אלא גם לתכנן נכון קווים חדשים (זול יותר לעומת מיגון בדיעבד).

הבעיה: תמותה מוגברת של עיטי שמש ספרדיים באנדלוסיה. כ- 60% מהעיטים הצעירים שפרחו עד ל- 1987 מתו בהתחשכלות על קווי-מתח גבוה.

שיטות עבודה: הניטור כלל סריקה אחת לחודשיים של 100 ק"מ קווי-מתח גבוה באזורי קינון ו- 500 ק"מ של קווי-מתח באזורי דיספרסיה של עיטי שמש (כפי שזוהו במחקר טלמטרי), בין השנים 1987 - 2009. בין השנים 1990 - 1994 בוצע סקר שנתי של 6,300 עמודי מתח גבוה בכל שטחי התפוצה של עיטי שמש וגם מחוץ להם. מידע נוסף התקבל מכ- 150 פרטים שסומנו לאורך כל התקופה במשדרי טלמטריה.

מיגון והחלפה של עמודי חשמל החלו לאחר ההכרזה על חוק להפיכת רשת החשמל לבטוחה עבור עופות (ב- 1990). תעדוף המיגון בוצע הן עפ"י אתרים בהם נרשמו אירועי התחשכלות והן באופן פרואקטיבי - ע"י חיזוי של מוקדים מסוכנים (בית גידול מועדף + עמודים בעיצוב מסוכן). צעדי המיגון כללו:

- הצבת עמודים חדשים, עם מבדדים תלויים במקום ניצבים
- מיגון מגשרים עיליים או החלפתם במגשרים תחתיים
- תכנון נכון של קווים חדשים - מחוץ לאזורי קינון ושוטטות של עיטים
- תליית סמנים כנגד התנגשות בקווי-מתח באזורים החשובים לעיטים

בסה"כ מוגנו 6,560 עמודים לאורך כ- 1,500 ק"מ של קווי-מתח, בהשקעה כוללת של 2.6 מיליון יורו (כ- 400 יורו בממוצע לעמוד).

תוצאות:

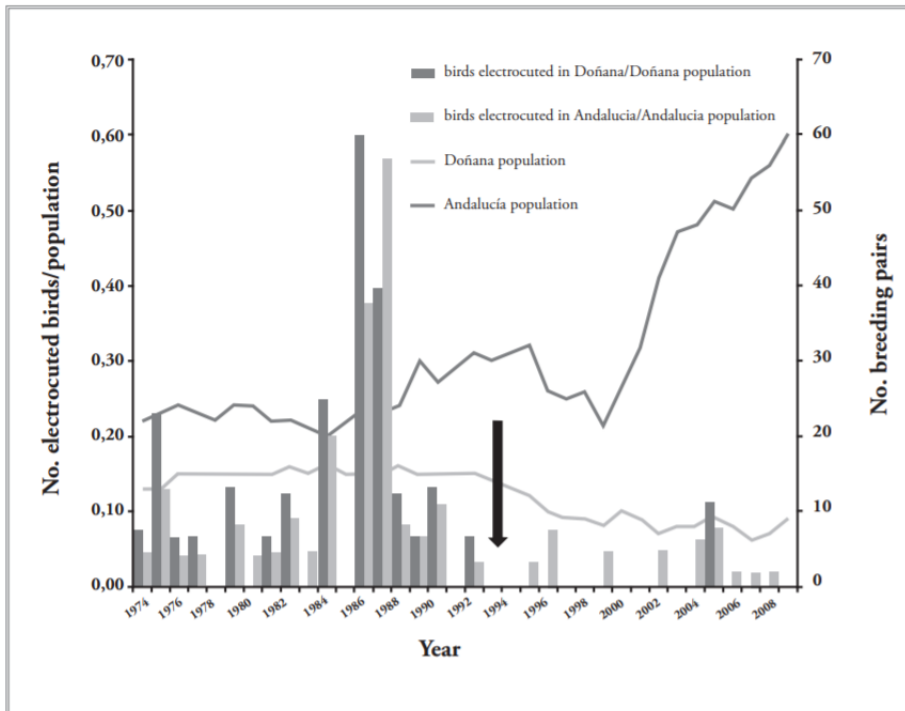
- בין השנים 1974 - 2009 נמצאו 158 עיטי שמש ספרדיים מתים (101 מהם בתוך שמורת דוניאנה), 40% מהם מתו מהתחשכלות.
- ירידה של כ- 80% בקצב התמותה של עיטים מהתחשכלות לאחר 1990.
- אוכלוסיית עיטי השמש באנדלוסיה עלתה מ- 22 זוגות בשנות ה- 1970 ל- 60 זוגות ב- 2009 (המהווים כרבע מהאוכלוסייה העולמית של המין).

מסקנות והנחיות:

- למקד את פעולות המיגון בעמודים בעלי המבנה המסוכן ביותר, הנמצאים בבתי הגידול החשובים לעיטים.
- שרידת בוגרים היא הפרמטר הדמוגרפי החשוב ביותר, יש למגן קודם כל את הקווים המשפיעים על האוכלוסייה המתרבה.
- יש לטפל במקביל הן בבעיית ההתחשכלות והן בבעיית ההתנגשות.



איור 12: סוג עמודי החשמל שהותקנו בשמורת דוניאנה בדרום ספרד בכדי להחליף עמודים קיימים מסוכנים. הכבלים מבדדים לכל אורכם וכרוכים ביחד, כך שאין צורך במבדדים על העמודים וניתן מענה הן לבעיית ההתחשכלות והן לבעיית ההתנגשות. עמודים כאלה הותקנו ב- 1988 לאורך כ- 33 ק"מ של קווים, בעלות של כ- 1.5 מיליון יורו (Prinsen et al. 2012).



איור 13: מספר הפרטים באוכלוסיית עיט שמש ספרדי באנדלוסיה בכלל ובשמורת דוניאנה בפרט, ושיעור התמותה השנתי כתוצאה מהתחשמלות (מבוטא כאחוז מהאוכלוסייה) באנדלוסיה ובדוניאנה. החץ השחור מסמן את תחילת היישום של אמצעים למזעור בעיית ההתחשמלות (לאחר חקיקת החוק ב-1990). ניתן לראות שאוכלוסיית דוניאנה לא הושפעה מצמצום ההתחשמלות בגלל עלייה בשנים אלה בשיעור היפגעות עיטים מהרעלות (Ferrer 2012).

טבלה 4: השפעה חזויה של מספר אמצעים לאישוש אוכלוסיית עיט שמש ספרדי באנדלוסיה (Ferrer & Hiraldo 1992). נמצא שהאמצעי להגנה על האוכלוסייה המתרבה (מיגון עמודי חשמל בשמורת דוניאנה) הוא בעל ההשפעה הרבה ביותר על פוטנציאל הגידול של האוכלוסייה, ולאחריו האמצעים לצמצום התמותה של פרטים צעירים ומתבגרים (מיגון עמודי חשמל באזורי הדיספרסיה) וכל יתר האמצעים שנסקלו להגדלת שיעור הרבייה. PAC = Percentage of Annual Change.

Technique	Parameter	Maximum PAC	Minimum PCA
Swopping chicks in Doñana	Fecundity	+0.626%	0.000%
Introduction of chicks from other populations	Fecundity	+0.399%	+0.112%
Restoration of nests and building of artificial nests	Fecundity	+0.547%	0.000%
Treatment of infections in chicks	Fecundity	+0.074%	0.000%
Correcting of power lines in Doñana	Mortality of adult and immature birds	+7.800%	+4.160%
Correcting of power lines in dispersal areas	Mortality of immature birds	+3.610%	+1.830%

הארץ/הבעיה	ניטור ושיטות עבודה	תוצאות	יישום ומסקנות
בולגריה : תמותה מוגברת של עיטי שמש (Demerdzhiev 2014, Demerdzhiev 2016)	מתנדבים הלכו פעם בחודש במשך שנה לאורך 430 ק"מ של קווי-מתח (5,000 עמודים).	אותרו 445 פגרי עופות, מהם 340 התחשמו (7 עיטי שמש), 105 התנגשו. אופיינו האזורים המסוכנים ביותר ו-7 סוגים של עמודים מסוכנים (מתוך 9 קיימים).	- הוטמנו 50 ק"מ של קווי-מתח - מוגנו כל העמודים המסוכנים ברדיוס 5 ק"מ מאתרי הקינון (כ-2,700 עמודים) ובאזורי הדיספרסיה. - בזכות הניטור המפורט, נקבע תעודף מיגון לקווים ספציפיים.
צרפת : תמותה מוגברת של עיטים ניציים כתוצאה מהתחשמות. (Chevallier et al. 2015)	- איסוף נתונים דמוגרפיים (1990 – 2009) ובדיקת השפעת מיגון עמודים על האוכלוסייה. - בשנים 1999 – 2004 מוגנו כ-500 עמודים ב-15 טריטוריות של עיטים (כ-75% מהאוכלוסייה). - בנוסף מוגנו עמודים גם באזור הדיספרסיה העיקרי (קמרג).	- ירידה בתמותה כתוצאה מהתחשמות בכל שכבות הגיל (יותר בצעירים) ועליה בשיעורי השרידה. - במקביל לירידה בשיעורי התמותה מהתחשמות נרשמה עלייה בתמותה מגורמים אחרים. - עלייה בחיות האוכלוסייה מ-0.82 (אוכלוסייה מצטמקת) ל-0.98 (אוכלוסייה יציבה). - לאחר פעולות המיגון נצפה גידול באוכלוסייה מ-23 זוגות ל-33 זוגות מקננים. - עלייה זו מוסברת ככה"נ ע"י הגירה של פרטים מחצי האי האיברי ולא דווקא ע"י רבייה מקומית.	- הפרמטר הדמוגרפי החשוב ביותר הוא שרידות הבוגרים ולכן חשוב ביותר למגן את אזורי הקינון. - טריטוריות שבהן עמודי חשמל מסוכנים מהוות "מלכודת אקולוגית" (Sink) המושך אליו פרטים מאזורים אחרים). - עלות מיגון עמודים באזורי הקינון והדיספרסיה זולה יותר לטווח הארוך מכל מאמץ לאושש את האוכלוסייה לאחר שקרסה. - נדרש מיגון גם של אתרי קינון היסטוריים. - מומלץ לא רק למגן קווים קיימים אלא גם לתכנן נכון קווים חדשים.
ספרד : תמותה מוגברת של דורסים, כולל עיט ניצי. (Tinto et al 2010, Rollan et al 2016)	בין השנים 1999 – 2006 נבדקו 3,900 עמודים, נאספו שרידי פגרים ונרשמו מאפייני העמוד ובית הגידול. לאחר מכן בוצע מיגון של 222 עמודים מסוכנים ונערך סקר חוזר לבדיקת יעילות המיגון.	- אופיינו דרגות הסיכון של 13 סוגי עמודים, בהצלבה עם מספר משתנים סביבתיים. 9% מהעמודים גרמו ל-53% מהתמותה. - תצורת העמוד נמצאה הפרמטר המשמעותי ביותר, עמודים בטוחים עשויים מחומר לא-מוליך, עם מבדדים או מגשרים תלולים. - עמודים בולטים בנוף, הנמצאים על רכסים ומשקיפים על שטחים עם צמחיה נמוכה, נמצאו מסוכנים ביותר.	- הערכה שמיגון 20% מהעמודים יביא לצמצום 80% מאירועי התמותה. - החלפה או מיגון של העמודים נמצאו כיעילים ביותר לצמצום הפגיעות. - החלפת עמודים מסוכנים עדיפה על מיגונם, בגלל שמיגון דורש ניטור ותחזוקה שוטפת.
ספרד : תמותה מוגברת של עיטי שמש ספרדיים באנדלוסיה. (Lopez-Lopez et al. 2011, Ferrer 2012)	סריקה אחת לחודשיים של קווי-מתח באזורי הקינון והדיספרסיה (1987 – 2009), מידע טלמטרי מ-150 פרטים ממוסדרים. מיגון עמודים החל ב-1990, בתעודף לפי אתרים בהם נרשמה התחשמות וכן ע"י מודל לחיזוי מוקדים מסוכנים (בית גידול + דגם העמוד).	ירידה של כ-80% בקצב התמותה של עיטים מהתחשמות לאחר 1990. אוכלוסיית עיטי השמש באנדלוסיה עלתה מ-22 זוגות בשנות ה-1970 ל-60 זוגות ב-2009.	- מיקוד פעולות המיגון בעמודים בעלי המבנה המסוכן ביותר, הנמצאים בבתי הגידול החשובים. - שרידת בוגרים היא הפרמטר הדמוגרפי החשוב ביותר, יש למגן את הקווים המשפיעים על האוכלוסייה המתרבה. - יש לטפל במקביל הן בבעיית ההתחשמות והן בבעיית ההתנגשות

7. המלצות אופרטיביות

מטרת פרק זה לסכם את הנלמד בפרקי הרקע ולהציע המלצות ביצועיות במבוססות על כלי הניתוח המדעיים. אחת המטרות המרכזיות של המלצות אלה היא לעבור **מגישה תגובתית** (טיפול סימפטומטי נקודתי היכן שתועדו מקרי תמותה) ל**גישה יוזמת**, קרי נקיטת צעדי מנע בכדי למזער את התמותה ברמה הלאומית ולמנוע את הכחדת האוכלוסיות הרגישות ביותר (דוגמת עיט ניצי ועיט זהוב).

א. חקיקה

מטרת המסגרת החוקית היא להבטיח שעופות (ובעלי חיים בכלל) יהיו מוגנים מפני ההשפעות השליליות של קווי המתח. למעשה, הקמת עמודי חשמל "רצחניים", כפי שמבוצע בישראל כיום, מהווה פגיעה בערכי טבע מוגנים ועומדת בניגוד לחוק ההגנה על חיות הבר (תשט"ו-1955). יתר על כן, במרבית המדינות שבהן מתקיים שיתוף-פעולה טוב בין ארגונים סביבתיים לחברות החשמל, אך חסרה חקיקה מחייבת והגדרות טכניות ברורות של העמודים המותרים ע"פ חוק, לא נמצא פתרון הולם לבעיית העמודים הקטלניים (Haas et al. 2003). התחשמות עופות על קווי-מתח גורמת לא-אחת להצתת שריפות של גידולים חקלאיים או חורש ויש לכך דוגמאות בישראל (שריפת מטע מנגו מהתחשמות נשר, שריפת חממות מהתחשמות תנשמת וכד'). חברות חשמל בארה"ב נתבעות לעיתים לשלם פיצויים לאנשים וחברות שנפגעו משריפות אלה (Haas et al. 2003).

החקיקה המבוקשת צריכה להבטיח:

1. הקמת קווים חדשים באופן בטוח לעופות (עצירה של המשך התפתחות המפגע).
2. הפיכת רשת החשמל הקיימת לבטוחה יותר עבור עופות, ע"י תיקון העמודים שימצאו כמסוכנים ביותר (בפרק זמן סביר).

חקיקה הנוגעת לקווי חלוקה חדשים או בתהליך חידוש:

- עיצוב הקווים באופן בטיחותי לעופות, שיצמצם את הצורך בהוספת אמצעי בידוד והגנה ייעודיים (הללו מתבלים עם הזמן ודורשים תחזוקה). לדוגמה עמודים עם מבדדים תלויים ולא ניצבים, מגשרים תחתיים במקום עיליים, שינוי החומר ממנו עשויות הזרועות לחומר מבודד וכיו"ב.
- הטמנת כל הקווים החוצים אזורים חשופים לציפורים (אחל"צ), שמורות טבע וגנים לאומיים וברדיוס של עד 1 ק"מ ממקווי מים פתוחים ומאתרי אשפה.

חקיקה הנוגעת לקווי חלוקה קיימים:

- השלמת מיגון, הטמנה או החלפה של העמודים המסוכנים ביותר (על פי תכנית ייעודית שתוכן) בפרק זמן סביר (עד 10 – 15 שנים).
- מיגון הקווים עשוי להתבצע ע"פ הנחיות המיגון הקיימות כיום בחח"י, שהוכיחו את עצמן כטובות (נספחים ב', ג').
- מיגון קווים בבעלות פרטית: החקיקה צריכה לחול גם על קווים בבעלות פרטית (קווים בבעלות צה"ל, קיבוצים, אגודות מים, חב' מקורות, חברות ליצור אנרגיה מתחדשת וכיו"ב), החוק יידרש להגדיר מי נושא בעלויות המיגון.

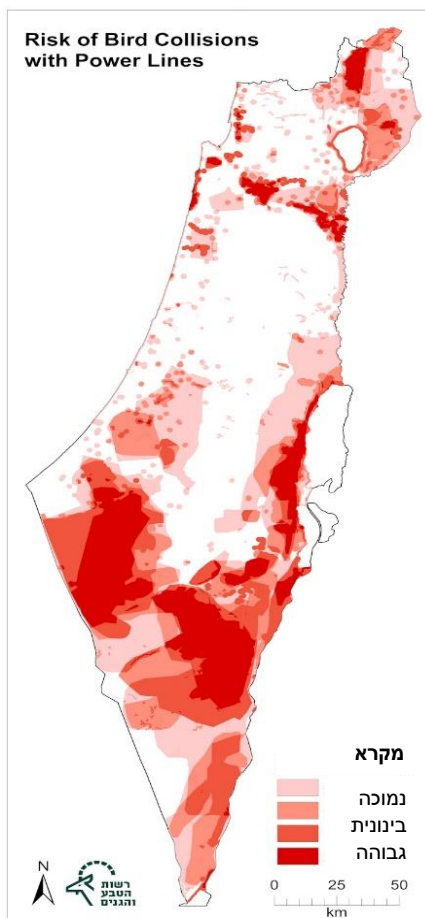
ב. תכנון קווים חדשים

מטרת הנחיות אלה היא ליצור **מסגרת אחידה לתכנון קווי חשמל** באופן שאינו פוגע באוכלוסיות בעלי הכנף.

תכנון אינטגרטיבי: יש לקחת בחשבון את השיקולים האקולוגיים כמה שיותר מוקדם בשלבי התכנון. כאשר השיקולים הללו נכנסים רק בשלב מאוחר (כפי שקורה כיום במרבית התוכניות להקמת קווי-מתח גבוה), ההנחיות האקולוגיות מוגבלות במקרה הטוב למזעור נזקים.

ההמלצות הבאות נועדו לשפר את התהליך התכנוני הקיים כיום לקווי חלוקה (מתח-גבוה) שעליהם מתרחשים מרבית אירועי ההתחשמלות:

- כאשר הטמנה אינה אפשרית – נדרש ביצוע תהליך תכנוני, כולל תסקיר השפעה על הסביבה ובחינת חלופות גם עבור קווי-מתח גבוה עילי (שכיום אינם מחויבים בתכנית ומבוצעים מכוח היתר בלבד).
- הימנעות מהצבת קווי-מתח עיליים באזורי אחל"צ, שמורות טבע, גנים לאומיים וברדיוס 1 ק"מ ממקורות מים ואתרי סילוק אשפה.
- נקיטת צעדים לצמצום הסיכון להתחשמלות ולהתנגשות מינים רגישים. נקיטת צעדים אלה תבוצע בהתאם למפות רגישות ארציות המבוססות על תחומי המחיה של מינים רגישים. באזורי הרגישות הגבוהה יש לנקוט באמצעים למזעור סכנות ההתחשמלות ו/או ההתנגשות בהתאם להמלצות שיינתנו (איור 14).



איור 14: מפת רגישות ארצית להתנגשות עופות בקווי-מתח עיליים, מבוססת על מפות תפוצה של מינים בסכנת הכחדה ועל שטחי מפתח בהם מתרכזים עופות רבים ממגוון מינים (מירוז ולבינגר 2018).

ג. ניטור ארוך-טווח של מפגע ההתחשמלות

1. בניית מסד נתונים של קווי החלוקה

לאחר בדיקה של רמת המידע הקיים במאגרי המידע של חח"י (נראה שחסרים במאגר פרטים חשובים הנוגעים לתצורת העמודים), מוצע לקיים סקר ראשוני למיפוי ותיעוד של כל העמודים לאורך קווי החלוקה הקיימים באזורים הרגישים המיועדים למיגון. מטרת הסקר היא השלמת נתוני ממ"ג לגבי הקווים הקיימים, איתור, סיווג וכימות העמודים המסוכנים, רישום של כל העמודים הממוגנים (כולל בדיקת מצב אמצעי המיגון שהותקנו). נתוני ממ"ג קיימים שיתקבלו מחח"י ישמשו כחומר רקע לסקר.

הסקר יבוצע באמצעות נסיעה לאורך קווי המתח, רישום, סיווג ותיעוד של העמודים. במסגרת הסקר תבוצע גם סריקה מתחת לכל עמוד לאיתור פגרי עופות (לקבלת מידע ראשוני על מוקדי התחשמלות, עמודים מסוכנים ובחינה של יעילות אמצעי המיגון הקיימים).

2. הערכת היקף המיגון הנדרש

לאחר בניית מסד הנתונים ניתן יהיה להעריך את מספר העמודים הדורשים מיגון באזורי הרגישות הגבוהה ולקבוע סדר עדיפויות למיגון לפי אזורים וסוגי עמודים.

3. בניית מסד נתונים וניטור שוטף של אירועי ההתחשמלות

המטרה היא לאסוף נתונים באופן שיטתי וסטנדרטי שיאפשר זיהוי מגמות לאורך הזמן. הניטור המתמשך יאפשר הערכה כמותית של היקף תמותת העופות על רשת החשמל, כמו גם זיהוי של מגמות ושינויים בהיקף התמותה לאורך הזמן ובחינת הצלחת המאמצים לצמצום התופעה. הניטור עשוי להתבצע ע"י סריקה תדירה (פעם בחודש לדוגמה) של מדגם קווי חלוקה שיבחרו בכל אזור פיקוח. אורך מקטעי הסריקה ייקבע לאחר ניסוי ראשוני ובדיקת משך הזמן הנדרש לסריקת כל ק"מ של קו-מתח. חלק גדול מהניטור עשוי להתבצע ע"י מתנדבים (מדע אזרחי). ניטור זה גם יאפשר לבדוק את מצב אמצעי המיגון שהותקנו לאורך השנים, לזהות האם נדרשת תחזוקה מקומית ולקבוע את יעילותם. יש להשלים בדיקה של כלל המגוונים שהותקנו אחת לחמש שנים.

ד. סיכום ההמלצות האופרטיביות

הטבלה שלהלן מהווה סיכום של כל ההמלצות שפורטו לאורך הפרק.

טבלה 6: תמצית ההמלצות האופרטיביות

תחום	פירוט
ניהול וקידום התכנית	
ניהול	פרסום והפצת תכנית לאומית להפיכת רשת החשמל בישראל לידידותית עבור בעלי הכנף
	טיפול מאוחד ועקבי במפגעי ההתנגשות וההתחשמלות
	אחריות ליישום אמצעים למזעור שני המפגעים
	אחריות לניטור ולתחזוקה שוטפים
	אחריות לבדיקת תכניות להקמת קווים חדשים
חקיקה ותכנון	
קווי חלוקה חדשים	עצירת התפשטות מפגע ההתחשמלות ע"י שינוי עיצוב העמודים לידידותי עבור עופות
	הטמנת כל הקווים החדשים באחל"צ ובמרחק 1 ק"מ ממקווי מים ואתרי סילוק אשפה קווים שאינם מוטמנים - יהיו חייבים בתהליך אישור תכניות ותסקיר השפעה על הסיבה בדומה לקווי הולכה
קווי הולכה חדשים	יישום אמצעים לצמצום התנגשויות עופות בעת הקמת קוו באחל"צ, או במרחק של עד 1 ק"מ ממקורות מים ואתרי אשפה.
קווי חלוקה קיימים	מיגון 20% מסך כל העמודים הקיימים במטרה לצמצם ב- 80% את התמותה מהתחשמלות תכנית המיגון תתמקד בתיקון העמודים המסוכנים ביותר הנמצאים באזורים הרגישים
קווי הולכה קיימים	יישום אמצעים לצמצום התנגשויות ע"פ מפת רגישות לאומית (מירוץ ולבינגר 2018)
ניטור אורך טווח של מפגע ההתחשמלות	
מסד נתונים של קווי חלוקה קיימים	הקמת מסד נתונים של קווי חלוקה באזורי הסיכון
	סקר שטח לרישום, סיווג ותיאור של כל העמודים
מסד נתוני התחשמלות עופות	יישום שיטה סטנדרטית לניטור שוטף
	סריקה חודשית של קווי-מתח מייצגים במגוון של אזורים (כולל לפני ואחרי מיגון)
	סריקה שנתית של מדגם קווים שעברו מיגון לאיתור תקלות ובלייה של המגונים

- בהט, ע., 1994. דו"ח מס' 4 - סיכום שנת מחקר ראשונה בנושא "הסיבות להתחשמלות ציפורים והדרכים למניעתה". מוגש לחברת החשמל לישראל.
- בהט, ע., 1997. "לעוף עם נשרים", אאוריקה – כתב עת להוראת מדעים וטכנולוגיה, גיליון 5, אוגוסט 1997.
- הצופה, א., 2009. מסמך עקרונות למדיניות מניעת התחשמלות של עופות. מסמך פנימי של רשות הטבע והגנים.
- הצופה, א., 2013. סיכום פגיעת עופות על קווי-מתח בישראל ב- 2007-2012. מסמך פנימי של רשות הטבע והגנים.
- הצופה, א. ומירוז, א., 2015. תכנית אב לשימור העופות הדורסים בישראל. מסמך פנימי של רשות הטבע והגנים.
- יושע, ד., 2018. פילוט לניטור התנגשות עופות בקו מתח עליון בעמק יזרעאל, דו"ח מסכם. הוגש להחברה להגנת הטבע, חברת החשמל הישראלי, רשות הטבע והגנים ומשרד להגנת הסביבה.
- לשם, י., 1985. נשרים במתח גבוה. טבע וארץ כ"ז 13-62. הוצאת החברה להגנת הטבע.
- מירוז, א. והצופה, א. 2017. קינון עיט-זהוב ועיט-ניצי בישראל, סיכום עונת 2017. מסמך פנימי של רשות הטבע והגנים.
- מירוז, א., הצופה, א. ולידר, נ. 2019. על מצב אוכלוסיות העיט הניצי והעיט הזהוב בישראל – סיכום נתונים והיערכות לעתיד. דו"ח חטיבת מדע, רשות הטבע והגנים.
- 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.
- מירוז, א., ולבינגר, ז., 2018. תעדוף נקיטת אמצעים לצמצום הסיכון להתנגשות עופות בקווי חשמל בישראל. מסמך שהוכן עבור החברה להגנת הטבע בשיתוף עם חברת החשמל לישראל ורשות הטבע והגנים.
- קוך דבידוביץ', פ., 2009. מיגון קווי-מתח ועמודי מתח גבוה למניעת התחשמלות של בעלי כנף. דו"ח של מרכז המחקר והמידע של כנסת ישראל.
- קפלן, ד. ואשכנזי, ש. 1989. "תמותת עופות גדולים ממכת חשמל". ידיעון רשות שמורות הטבע, מס' 36.
- APLIC. 2012. Reducing Avian Collisions with Power Lines: The State of the Art in 2012. Washington, DC.
- Bahat, O., 2002. Conservation of Threatened Raptor Populations in Israel.
- BAYLE, P. 1999. Preventing Birds of Prey Problems at Transmission lines in Western Europe. J. Raptor Res. 33 (1): 43-48.
- Bawden, T., 2015. California condor: Shock therapy helping to bring rare vulture back from the brink. The Independent. <https://www.independent.co.uk/environment/nature>.
- Bernardino, J., Bevanger, K., Barrientos, R., Dwyer, J.F., Marques, A.T., Martins, R.C., Shawg, J.M., Silva, J.P. and F. Moreira. 2018. Bird collisions with power lines: State of the art and priority areas for research. *Biological Conservation* 222, 1–13.
- Bevanger, K. (1998) Biological and Conservation Aspects of Bird Mortality Caused by Electricity Power Lines: a Review. *Biological Conservation*, 86: 67-76.
- Cadahía, L., López-lópez, P., Urios, V. (2010) Satellite telemetry reveals individual variation in juvenile Bonelli's eagle dispersal areas. *Ibis*, 147(2): 415-419.
- Chevallier, C., Hernandez-Matias, A., Real, J., Vincent-Martin, N., Ravayrol, A. & Besnard, A. (2015). Retrofitting of power lines effectively reduces mortality by electrocution in large birds: An example with the endangered Bonelli's eagle. *Journal of Applied Ecology*.

- Demeter, I. (2004) Medium-Voltage Power Lines and Bird Mortality in Hungary. Technical Document. MME/BirdLife Hungary.
- Demeter, I., M. Horváth, K. Nagy, Z. Görögh, P. Tóth, J. Bagyura, S. Solt, A. Kovács, J.F. Dwyer, and R.E. Harness. 2018. Documenting and reducing avian electrocutions in Hungary: A conservation contribution from citizen scientists. *Wilson Journal of Ornithology* 130.
- Demerdzhiev, D.A., Stoychev, S.A., Petrov, T.H., Angelov, I.D. & Nedyakov, N.P., 2009. Impact of power lines on bird mortality in Southern Bulgaria. *Acta Zoologica Bulgarica* 61(2): 177-185.
- Demerdzhiev, D.A., 2014. Factors influencing bird mortality caused by power lines within special protected areas and undertaken conservation efforts. *Acta Zool. Bulg* 66(2):411-423.
- Demerdzhiev, D. 2016. Wild Bird Mortality Caused by the 20 kV Power Distribution Grid in Areas Inhabited by the Eastern Imperial Eagle in Bulgaria. Report of the BSPB, LIFE for Safe Grid Project.
- Dwyer, J.F., R.E. Harness, B.D. Gerber, M.A. Landon, P. Petersen, D.D. Austin, B. Woodbridge, G.E. Williams, and D. Eccleston. 2016. Power pole density informs spatial prioritization for mitigating avian electrocution. *The Journal of Wildlife Management* 80:634-642.
- Dwyer, J.F., Harness, R.E. & Donohue, K. 2013. Predictive Model of Avian Electrocution Risk on Overhead Power Lines. *Conservation Biology*, Volume 28, No. 1, 159–168.
- Dwyer, J.F., Harness, R.E. & Eccleston, D., 2017. Avian Electrocutions on Incorrectly Retrofitted Power Poles. *Journal of Raptor Research*, 51(3):293-304.
- Eccleston, D., and R. Harness. 2018. Chapter 12: Raptor Electrocutions and Power Line Collisions. In J.M. Grande, Editor, *Birds of Prey: Biology and Conservation in the XXI Century*. Springer International Publishing, Cham Switzerland.
- European Commission. 2018. Guidance on Energy Transmission Infrastructure and EU nature legislation.
- Haas, D., Nipkow, M., Fiedler, G., Schneider, R., Haas, W. and Schürenberg, B. 2003. Protecting Birds from Power lines: a practical guide on the risks to birds from electricity transmission facilities and how to minimize any such adverse effects. Report written by BirdLife International on behalf of the Bern Convention.
- Haas, D., Nipkow, M. (2006) Caution: Electrocution! NABU Bundesverband. Bonn, Germany.
- Haas, D., Nipkow, M., Fiedler, G., Schneider, R., Haas, W., Schürenberg, B. (2005) Protecting birds from powerlines. *Nature and Environment*, No. 140. Council of Europe Publishing, Strasbourg.
- Harness, R.E., Wilson, K.R., 2001. Utility structures associated with raptor electrocutions in rural areas. *Wildlife Society Bulletin* 29, 612–623.
- Hernandez-Matias, Antonio & Real, Joan & Parés, Francesc & Pradel, Roger. (2015). Electrocution threatens the viability of populations of the endangered Bonelli's eagle (*Aquila fasciata*) in Southern Europe. *Biological Conservation*. Nov. 2015.
- Hunting, K., 2002. A Roadmap for PIER Research on Avian Power Line Electrocution in California. California Energy Commission, Sacramento, CA, USA.
- Ferrer. M., Hiraldo. F. (1992) Man-induced sex-biased mortality in the Spanish Imperial Eagle. *Biological Conservation*. 60: 57-60.
- Ferrer, M., 2012. Birds and power lines, from conflict to solution. Endesa.com

- González, L.M., Margalida, A., Mañosa, S., Sánchez, R., Oria, J., Molina, J.I., Caldera, J. (2007) Causes and Spatio-temporal Variations of Non-natural Mortality in the Vulnerable Spanish Imperial Eagle *Aquila adalberti* During a Recovery Period. *Oryx*, 41(04): 495-502.
- Goroshko O.A. 2011. Bird Electrocution in the Daurian Steppe (South-Eastern Trans-Baikal Region), Russia – Raptors Conservation. № 21. C. 84-99.
- Guil, F., Fernández-Olalla, M., Moreno-Opo, R., Mosqueda, I., Gómez, M.E., Aranda, A., Arredondo, A. (2011) Minimising Mortality in Endangered Raptors due to Power Lines: The Importance of Spatial Aggregation to Optimize the Application of Mitigation Measures. *PloS one*, 6(11), e28212.
- Guil, F., Colomer, M, Moreno-Opo, R. & Margalida, A. (2015). Space–time trends in Spanish bird electrocution rates from alternative information sources. *Global Ecology and Conservation*. 321. 10.1016/j.gecco.2015.01.005.
- Janss, G.F.E. & Ferrer, M. (1999). Avian electrocution on power poles: European experiences. In: Ferrer M, Janss GFE, eds. *Birds and Power Lines: Collision, Electrocution, and Breeding*. Madrid, Spain: Quercus. pp 145–164.
- Lehman, RN, Kennedy, PL, Savidge, JA. 2007. The state of the art in raptor electrocution research: a global review. *Biol Conserv*. 2007; 136(2):159–174.
- Loss, S.R., Will, T. & Marra, P.P. (2014) Refining Estimates of Bird Collision and Electrocution Mortality at Power Lines in the United States. *PLoS ONE* 9(7): e101565. doi:10.1371/journal.pone.0101565
- López-López, P., Ferrer, M., Madero, A., Casado, E., McGrady, M. (2011) Solving Man-induced Large-scale Conservation Problems: the Spanish Imperial Eagle and Power Lines. *PloS one*, 6(3), e17196.
- Mojica, E.K., J.F. Dwyer, R.E. Harness, G.E. Williams, and B. Woodbridge. 2018. Review and synthesis of research investigating and mitigating Golden Eagle electrocutions. *Journal of Wildlife Management* 82(3):495-506. doi:10.1002/jwmg.21412.
- Nipkow, M. 2011. Impacts of power lines on bird populations in Europe. RGI (Renewable Grid Initiative), Environmental Workshop, June 2011 in Glasgow.
- Prinsen, H.A.M., Smallie, J.J., Boere, G.C. & Pires, N. (Compilers), 2012. Guidelines on How to Avoid or Mitigate Impact of Electricity Power Grids on Migratory Birds in the African-Eurasian Region. AEWA Conservation Guidelines No. 14, CMS Technical Series No. 29, AEWA Technical Series No. 50, CMS Raptors MOU Technical Series No. 3, Bonn, Germany.
- Real, J., Grande, J.M., Mañosa, S. & Sánchez-Zapata, J.A. (2001) Causes of death in different areas for Bonelli's Eagle in Spain, *Bird Study*, 48:2, 221-228.
- Rollan, A., Real, J. Bosch, R., Tinto, A. & Hernandez-Matias, A. (2010). Modeling the risk of collision with power lines in Bonelli's Eagle *Hieraetus fasciatus* and its conservation implications. *Bird Conservation International - BIRD CONSERV INT*. 20. 10.1017/S0959270910000250.
- Rollan, À., Hernández-Matías, A. & Real, J. (2016) Guidelines for the conservation of Bonelli's eagle populations. Universitat de Barcelona. Barcelona.
- Tintó, A., Real, J. & Mañosa, S., 2010. Predicting and Correcting Electrocution of Birds in Mediterranean Areas. *Journal of Wildlife Management* 74(8):1852-1862.

נספח א' - תשתיות הובלת החשמל בישראל

רשת החשמל מורכבת ממתקני ייצור, קווי הולכה וקווי חלוקה, המצוינים בד"כ לפי המתח שהם נושאים. קווי ההולכה נושאים מתחים חשמליים גבוהים ותפקידם להוביל זרמי חשמל גדולים על פני מרחקים ניכרים, הם נושאים על עמודים גדולים במיוחד וחוצים יחידות נוף נרחבות. קווי ההולכה מגיעים למרכזי חלוקה אזוריים, שבהם שנאים מורידים את המתח ומחלקים את החשמל לקהילת הצרכנים באמצעות קווי חלוקה. קווי החלוקה נושאים מתח נמוך יותר, באמצעות תשתית כבלים נמוכה יותר. כל הכבלים הללו, על סוגיהם השונים, מכונים בשם העממי "קווי חשמל" או "קווי-מתח".

רשת החשמל בישראל מורכבת מ:

- **מערכת הולכה:** קווי-מתח-על ומתח-עליון (400 ו-110/161 ק"ו בהתאמה), הפרוסים על פני כ- 5,500 ק"מ.
- **מערכת חלוקה:** כוללת כ- 26,000 ק"מ של קווי רשת מתח-גבוה (בד"כ 22 ק"ו) וכ- 20,000 ק"מ אורך קווי רשת מתח-נמוך (400 וולט). קווי המתח הנמוך אינם פרוסים בד"כ בשטחים הפתוחים ולכן אינם רלוונטיים לענייננו.
- **קווים טמונים:** אורך קווי המתח הגבוה והנמוך המוטמנים בקרקע הגיע בסוף 2011 ל-20,824 ק"מ, המהווים כ-53% מסך קווי החלוקה (נתוני חח"י 2012).

מאפיינים של קווי המתח

1. חלוקה לפי מס' מעגלים:

קווי החשמל הסטנדרטיים הם חד-מעגליים או דו-מעגליים. במקרים מסוימים (לא נפוץ) יתכנו קווים תלת-מעגליים או ארבע-מעגליים. כל מעגל חשמלי כולל שלוש פאזות, כאשר כל פאזה עשויה לכלול תייל מוליך אחד, שניים, או שלושה:

- בקווי-מתח-על (400) - כל פאזה כוללת שלושה מוליכים.
- בקווי-מתח עליון (110/161) - כל פאזה כוללת בד"כ מוליך אחד (לעיתים רחוקות שניים או שלושה).
- בקווי-מתח גבוה - כל פאזה כוללת מוליך אחד.

2. מיקום כבל הארקה

מוליך נוסף בקווים הוא מוליך ההארקה:

- בעמודי מתח-על ישנם תמיד שני מוליכי הארקה, המותקנים בראש העמוד (מעל למוליכי הפאזה).
- בעמודי מתח-עליון יש מוליך הארקה אחד או שניים, מותקנים בראש העמוד (מעל למוליכי הפאזה).
- בעמודי מתח גבוה יש מוליך הארקה אחד, המותקן בד"כ מתחת למוליכי הפאזה.

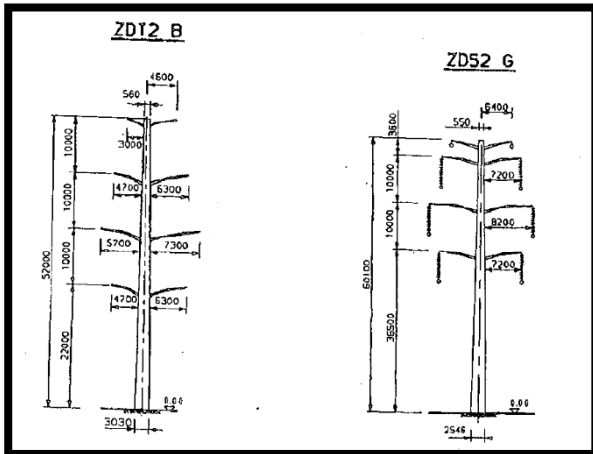
3. חלוקה לפי קומות: עמוד תלת קומתי, דו קומתי, חד קומתי (שרטוטים סכמתיים בהמשך).

4. חלוקה לפי סוג העמוד:

- עמודי משא (נושאים את המוליכים בלבד)
- עמודי מתיחה (בנוסף לנשיאת המוליכים מופעל עליהם כוח, והם ממוקמים בזוויות של התוואי). עמודי מתיחה הם בד"כ מעט נמוכים יחסית לעמודי המשא, והבסיס שלהם רחב יותר.
- עמודי שנאי
- עמוד מתיחה עם מגשרים
- עמוד מנתקים

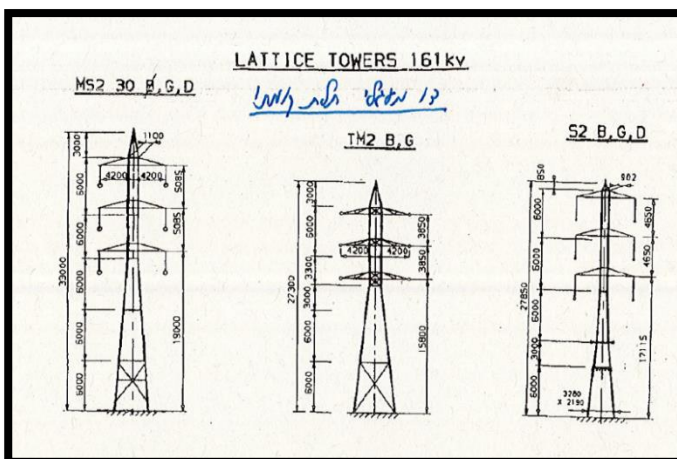
מאפיינים של סוגי הקווים השונים

1. מתח על (400KV) – גובה העמודים נע בין 30 ל- 60 מטר. התיילים המוליכים כוללים 3 כבלים לכל פאזה, כרוכים יחד (Bundled).



איור: דוגמאות לעמודי מתח-על הנמצאים בשימוש בישראל.

2. מתח-עליון (161 KV) – גובה העמודים נע בד"כ בין 20 ל- 50 מטר.



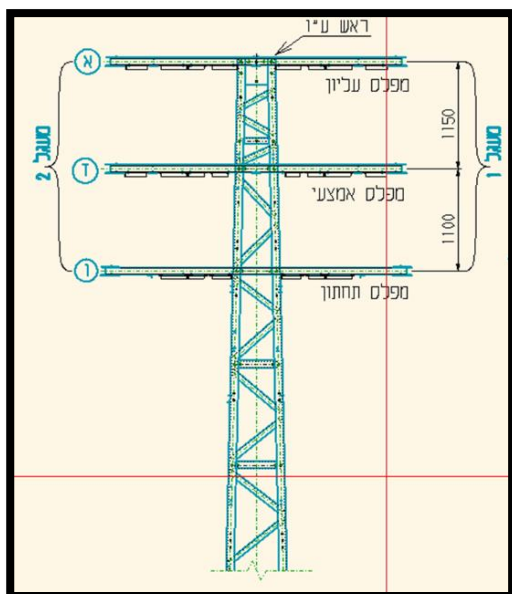
איור: דוגמאות לעמודי מתח-עליון הנמצאים בשימוש בישראל.

3. מתח גבוה (33-22 KV)

מתח גבוה (High Voltage) מוגדר בעולם כמתח של עד 60 קילו-וולט (APLIC 2012).

המתח המקובל בארץ הוא 33 – 22 ק"ו (בד"כ 22).

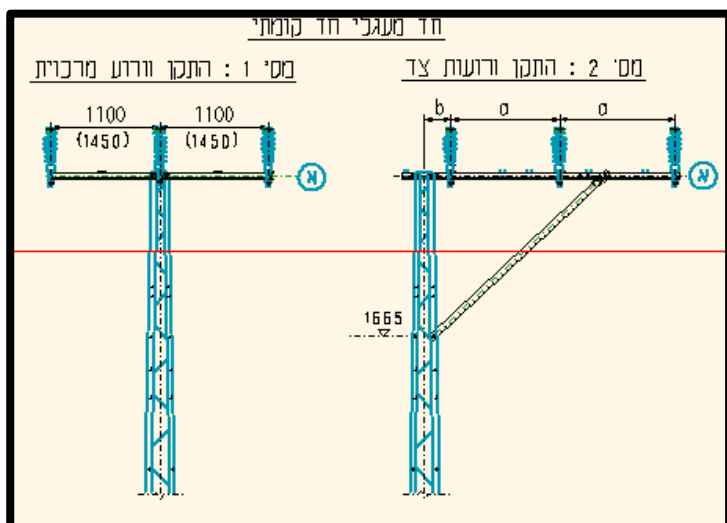
גובה העמודים עד 30 מטר.



איור: דוגמאות לעמודי מתח-גבוה הנמצאים בשימוש בישראל:

א' – עמוד דו-מעגלי תלת-קומתי

ב' – עמוד חד-מעגלי חד-קומתי



נספח ב': הוראות תכנון למיגון כנגד התחשמלות עופות על קווי-מתח גבוה חדשים

חברת החשמל לישראל בע"מ
אגף השיווק

מס' הנוהל 733-000-000-536		הנושא התחשמלות ציפורים	הפרק הוראות תכנון - רשת עילית	הכרך כללי הרשת הארצית
מתוך 1	דף 36	שם הנוהל הנחיות לתכנון מיגון נגד התחשמלות ציפורים על קווי-מתח גבוה חדשים		

1 כללי

כלל זה מבוסס על הסכמות בין חח"י לרשות הטבע והגנים (רט"ג), לגבי דרישות רשות הטבע במהלך מתן אישורים לקווי-מתח גבוה חדשים.
ביצוע המיגון יקבע עפ"י כלל מס': 733-000-000-537.

2 חלות הנוהל

כלל זה חל על מחלקות תכנון רשת מתח גבוה.

3. הגדרות התחומים הגיאוגרפיים בהם עוברים הקווים

- 3.1 תחום מיושב - אזור גיאוגרפי בנוי כגון: ערים, ישובי קבע, מחנות צבא, אזורי תעשייה ועד 300 מטר מהם.
- 3.2 תחום פתוח - אזור גיאוגרפי לא בנוי או מקום שאינו ישוב קבע במרחק של מעבר ל- 300 מטר מקצה תחום מיושב.
- 3.3 תחום מיוחד - אזור גיאוגרפי ספציפי הנמצא בקרבה לאתרי פסולת, מאגרי מים ומוקדי פעילות של בעלי כנף בסכנת הכחדה או ריכוזי עופות גבוהים במיוחד ובמרחק של עד 300 מטר מהם.

4. דרישות המיגון בתחומים השונים

4.1 תחום מיושב

- יש להימנע ככל האפשר בתכנון בגישורים מעל הזרוע העליונה.
- במקום בהם עובר גישור מעל הזרוע העליונה –יש למגנו.

4.2 תחום פתוח

- יש להימנע ככל האפשר בתכנון בגישורים מעל הזרוע העליונה.
- במקום בהם עובר גישור מעל הזרוע העליונה –יש למגנו.
- יש להימנע ככל האפשר מלהתקין מנתק בראש עמוד, במידה ולא ניתן יש להתקין בראש העמוד מתקן לנחיתת ציפורים מעל מנתק.
- יש למגן גישורים בהסתעפויות, ירידות למנתקים, לשנאים ולרת"ק.

4.3 תחום מיוחד

- כאמור בסעיף 4.2 עבור התחום הפתוח ובנוסף:
- לפי דרישה ספציפית של רשות הטבע והגנים:
- מיגון ע"י כיסוי מבדדים בזרוע העליונה.
- התקנת אמצעים נגד התנגשות ציפורים במוליכים באזורים עם פעילות רבה של שקנאים, עגורים וחסידות לבנות.

מאשר ק.יהב	טייטא מתאריך 1/05/2013	פורסם בתאריך	מבטל נוהל	חתימה
---------------	---------------------------	--------------	-----------	-------



נספח ג': הנחיות לביצוע מיגון קווי-מתח גבוה נגד התחשמלות ציפורים.

חברת החשמל לישראל בע"מ
אגף השיווק



מס' הנוהל		הנושא	הפרק	
		התחשמלות ציפורים	הוראות עבודה - אחזקת רשת	
				הכרך כללי הרשת הארצית
מתוך 39	דף 37	שם הנוהל הנחיות לביצוע מיגון קווי-מתח גבוה נגד התחשמלות ציפורים		

הנחיות לביצוע מיגון קווי-מתח גבוה נגד התחשמלות ציפורים

1. כללי

כלל זה מבוסס על הסכמות בין חח"י לרשות הטבע והגנים (רט"ג), לגבי אופן ביצוע מיגון קווי-מתח גבוה חדשים וקיימים נגד התחשמלות ציפורים.
(ראה כלל מס. _____ הנחיות לתכנון מיגון נגד התחשמלות ציפורים.)

2. חלות

כלל זה חל על מחלקות ביצוע ואחזקת רשת מתח גבוה.

3. הגדרות תחומי המיגון

3.1 תחום מיושב- איזור גיאוגרפי בנוי כגון: ערים, ישובי קבע, מחנות צבא, אזורי תעשייה ועד 300 מטר מהם.

3.2 תחום פתוח- איזור גיאוגרפי לא בנוי או מקום שאינו ישוב קבע במרחק של מעבר ל- 300 מטר מקצה תחום מיושב.

3.3 תחום מיוחד- איזור גיאוגרפי ספציפי הנמצא בקרבה לאתרי פסולת, מאגרי מים ומוקדי פעילות של בעלי כנף בסכנת הכחדה או ריכוזי עופות גבוהים במיוחד ובמרחק של עד 300 מטר מהם.

4. אמצעי המיגון

- צינור שבלול לבידוד מוליך חשוף מתח גבוה, להגנת ציפורים נוחות. - מק"ט 5235887.
- סרט בידוד - מק"ט _____
- מיגון כיסוי למבדד סינטטי מתח גבוה - מק"ט 4235925.
- מיגון כיסוי למבדד חרסינה מתח גבוה - מק"ט 4235917.
- מתקן לנחיתת ציפורים מעל מנתק בראש עמוד זווית - מק"ט 5235311.
- אמצעי נגד התנגשות ציפורים - מק"ט _____

5. אופן המיגון בקווים חדשים

אופן המיגון של קווים חדשים עפ"י הנחיות מחלקת תכנון כלל מס. _____:

5.1 תחום מיושב

- יש להימנע ככל האפשר בתכנון בגישורים מעל הזרוע העליונה.
- במקום בהם עובר גישור מעל הזרוע העליונה - יש למגנו.

5.2 תחום פתוח

- יש להימנע ככל האפשר בתכנון בגישורים מעל הזרוע העליונה.
- במקום בהם עובר גישור מעל הזרוע העליונה – יש למגנו.
- יש להימנע ככל האפשר מלהתקין מנתק בראש עמוד, במידה ולא ניתן יש להתקין בראש העמוד מתקן לנחיתת ציפורים מעל מנתק.
- יש למגן גישורים בהסתעפויות, ירידות למנתקים, לשנאים ולרת"ק.

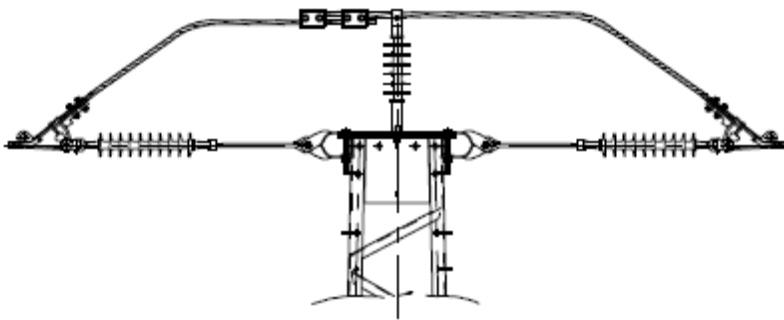
5.3 תחום מיוחד

- כאמור בסעיף 4.2 עובר התחום הפתוח.
- לפי דרישה ספציפית של רשות הטבע והגנים:
- מיגון ע"י כיסוי מבדדים בזרוע העליונה.
- התקנת אמצעים נגד התנגשות ציפורים במוליכים.

6. אופן המיגון בקווים קיימים

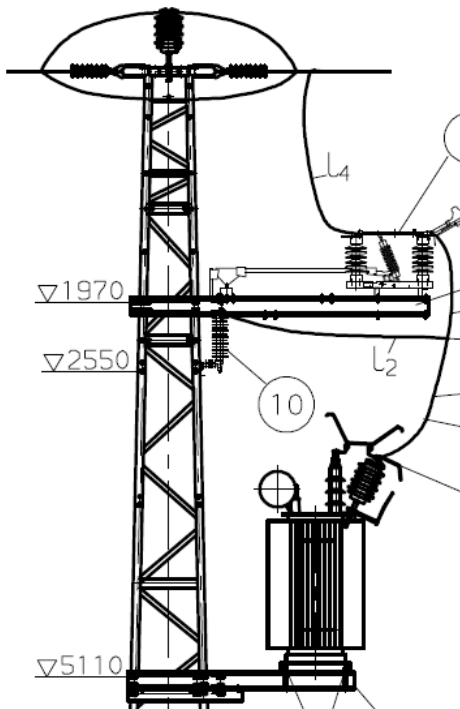
- מיגון קווים קיימים יעשה עפ"י הנחיות מחלקת אחזקה ועל בסיס אירועי התחשמלות של ציפורים.
- בפקודת העבודה יצוין מס' העמודים שאותם יש למגן.
- אופן המיגון יהיה עפ"י הכתוב בפקודת העבודה.

7 . דוגמאות

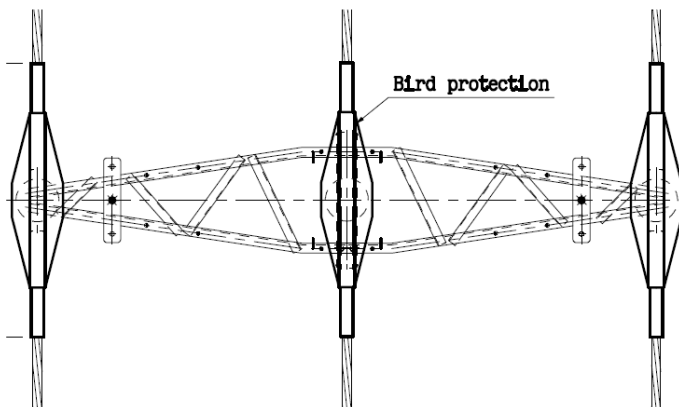


1. מיגון גישור עילי בזרוע העליונה

2. דוגמה למיגון נגד התחשמלות ציפורים
בירידות למנתק ושנאי



3. מבדדי משא בזרוע העליונה - מיגון ע"י כיסויים



4. מיגון מנתק בראש עמוד

