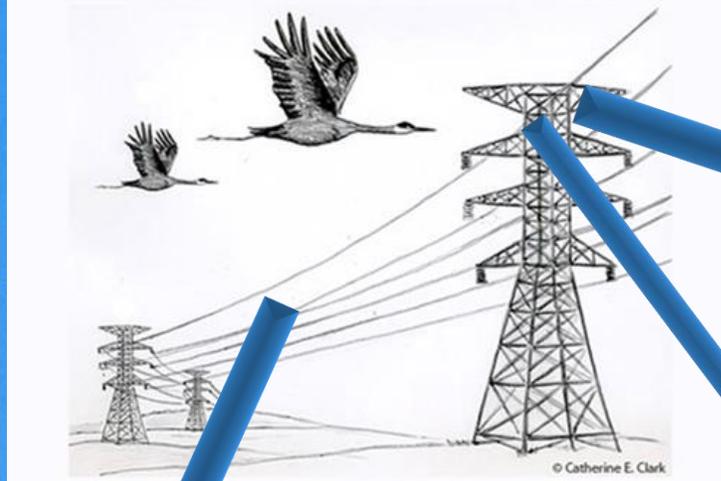


התנגשות והתחשמלות עופות
בקווי מתח
מה למדנו ולהיכן אנחנו הולכים?

מיכל אלרואי, אלון רוטשילד



רשתות חשמל עיליות – אתגר לעופות



קיבון עורבים
(חלוקה + הולכה,
אזורים מצומצמים)

התנגשות
בכבלים
(הולכה + חלוקה,
כלל מיני העופות,
מאות אלפים בשנה)

התחשמלות
עמודים
(חלוקה, בעיקר
עופות גדולים, אלפים
בשנה)



צילום: רט"ג

התנגשות חוויאי בקו מתח, צילום: רט"ג



צילום: R.D. Meriya

להקת פלמינגו זוטרים לאחר פגיעה בקווי מתח. גוג'ראט, צפ.מע. הודו.



צילום: Abdullah Alsuhaibany

להקת חסידות לבנות בעקבות פגיעה בקווי מתח. דרומית לג'דה, סעודיה.

לא יכלו לשים שלט קטן "קו מתח"?



שקנאים, צילום אסף מירוז



<https://unsplash.com/photos/RX7Tsg57Knk>

צילום: נדב ישראלי; אלון רוטשילד

גורמים להתנגשות

התנהגות: שיחור/ חיזור/ מנוסה

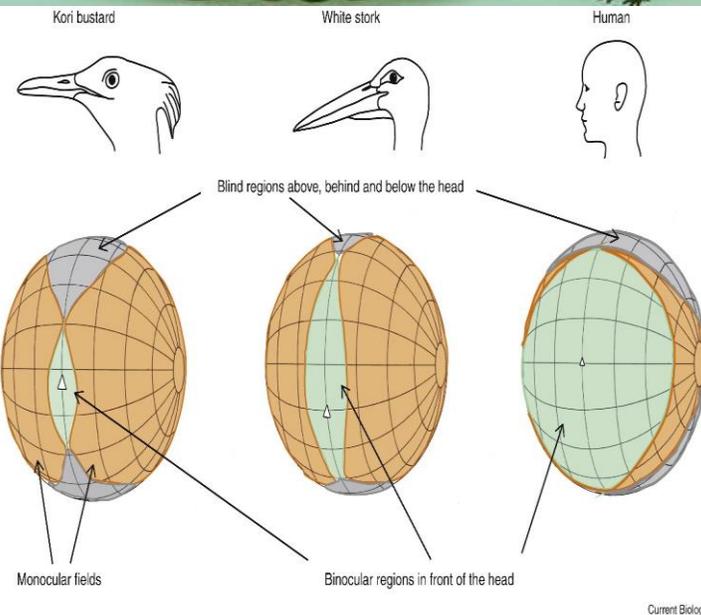
מהירות התעופה: עם העלייה במהירות התעופה מרחק וזמן התגובה מתקצרים

כושר התמרון האווירי מוגבל: נכון בעיקר עבור מינים בעלי עומס כנף גדול

מאפייני הראיה: יש הבדלים ניכרים בין המינים בכושר האבחנה הויזואלית

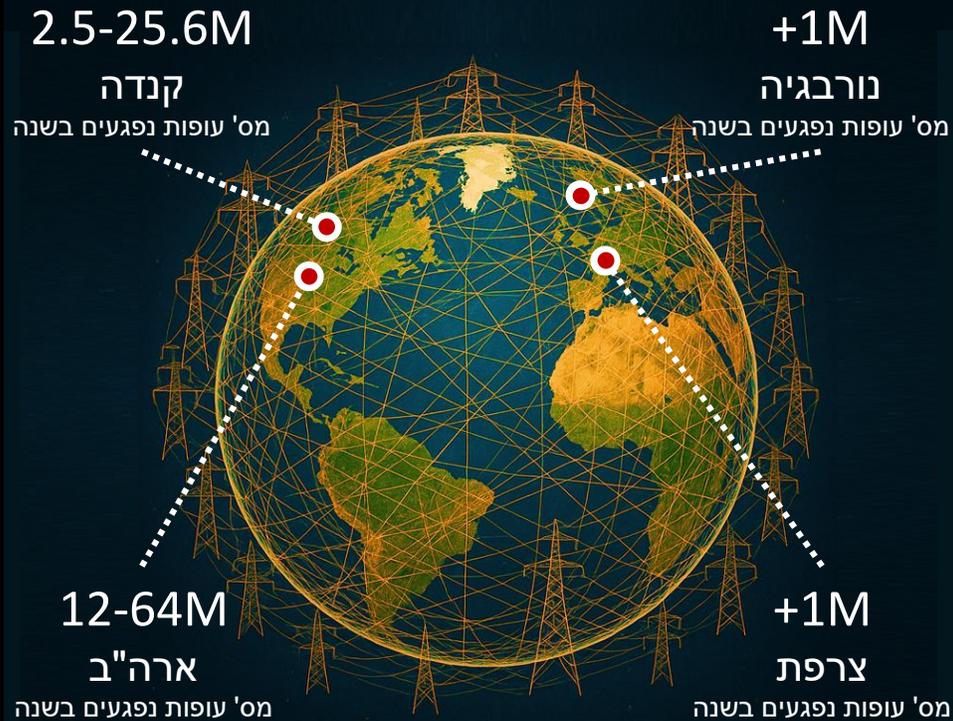
מאפיינים קיבוציים במעוף: מעוף סוליטרי או להקתי?

פעילות יומית/לילית: פעילי לילה או נודדי לילה



בעיה עולמית - התנגשויות עופות בקווי מתח בעולם

נתונים מספריים מייצגים מהעולם



באזורי ביצות מסוימים נמצא קצב התנגשויות שנתי של כ- 700 עופות לק"מ של קו מתח!

• כ- 100 מיליון ק"מ קווי מתח סביב העולם.

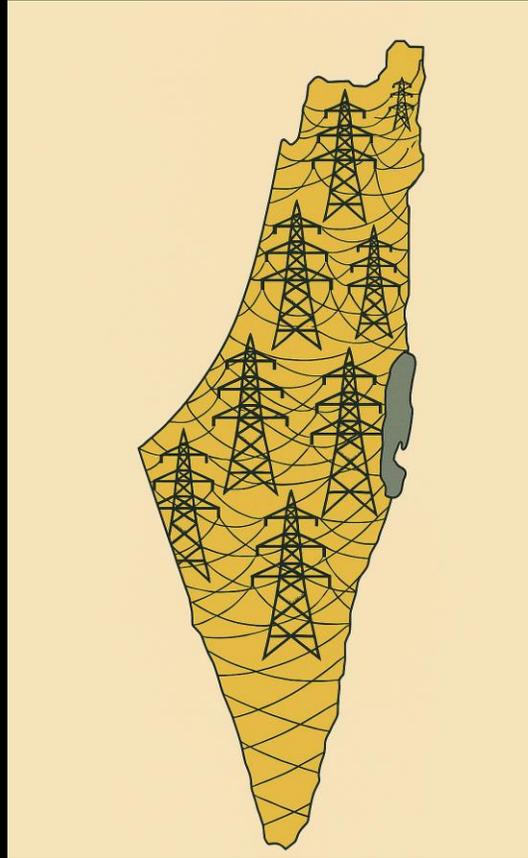
• הצפי עד ל- 2040:
תוספת של כ- 80 מיליון ק"מ.

הפוטנציאל להיפגעות ציפורים בישראל גבוה במיוחד:

ציר נדידה
(כולל בלילה)



רשת חשמל
צפופה



כיתמיות בתי
הגידול



פיילוט קו מוקייבלה 2016-2018

היקף התנגשות של 200 עופות לק"מ

68 מינים, מתוכם 12 בסיכון



צילומים: אודי כץ, אבי מאיר, עזרא חדד, לביא לילו, גדי שמילה, אבי שנאור, עדי אשכנזי, יואב פרלמן



צמצום התנגשות עופות בקווי מתח

ניתוח רגישות ארצי
ומתווה לפתרון

1. ביצוע מחקר יישומי רחב היקף לבחינת היעילות של תמהיל אמצעי הסימון המומלצים ליישום בישראל.

2. קווים חדשים: הטמעת המלצות המסמך בעת תכנון קווי המתח החדשים העוברים באזורים בעלי רגישות גבוהה וגבוהה ביותר, זאת בהתאם למפת המודל הגיאוגרפי: שיקולים בקביעת התוואי, ותקצוב נאות של האמצעים למזעור התנגשות עופות.

3. בניית תכנית עבודה רב שנתית לסימון קווי המתח הקיימים החוצים אזורים בעלי רגישות גבוהה ביותר. אורך קווי המתח הממוקמים באזורים אלו עומד על 940 ק"מ המהווים כ-5% מכלל קווי המתח בארץ. איגום משאבים לסימון קווי מתח אלה אשר עלותם המשוערת נעה בין 33-58 מיליון ש"ח, כתלות בשיטות ההתקנה.

אמצעי סימון



אמצעי סימון



צילום: נדב ישראלי, 2016

אמצעי סימון



צילום: נדב ישראלי, 2016

יואב פרלמן, 2022

אפקטיביות אקולוגית: השילוב המיטבי של אמצעי הסימון

יעילות וכלכליות: פרוטוקול התקנה באמצעות רחפנים



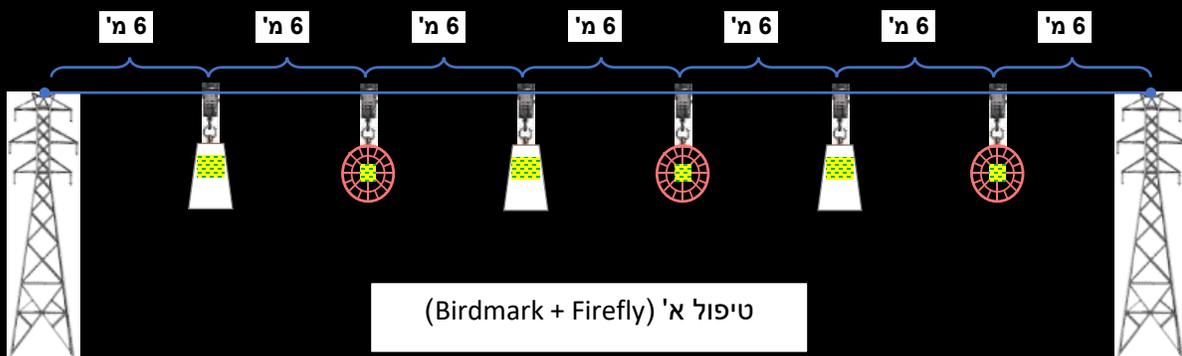
בית
שאן

המחקר כלל:

- 30 מקטעים של קווי מתח עליון וגבוה
- אורך כל מקטע: 800 מ'
- פרישת המקטעים: בין היוגב לעמק בית שאן
- מכסים מגוון בתי גידול ושימושי קרקע

• 10 מקטעי ביקורת

• 20 מקטעי טיפול



BirdMark + FireFly

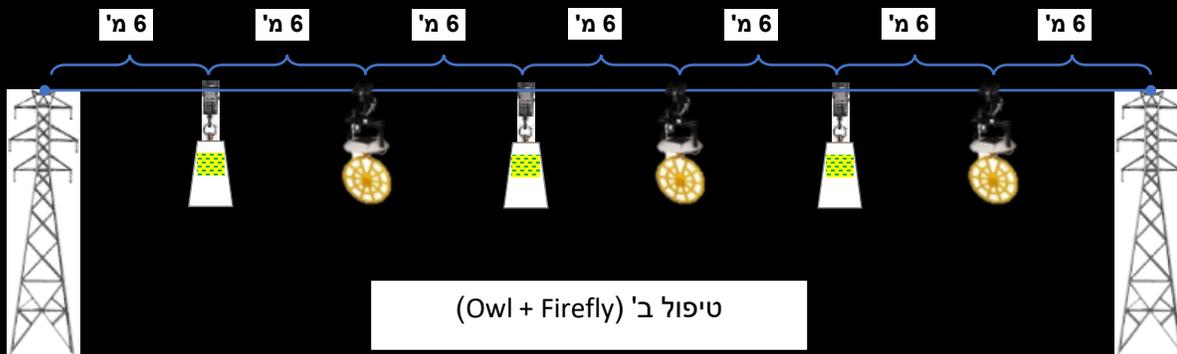
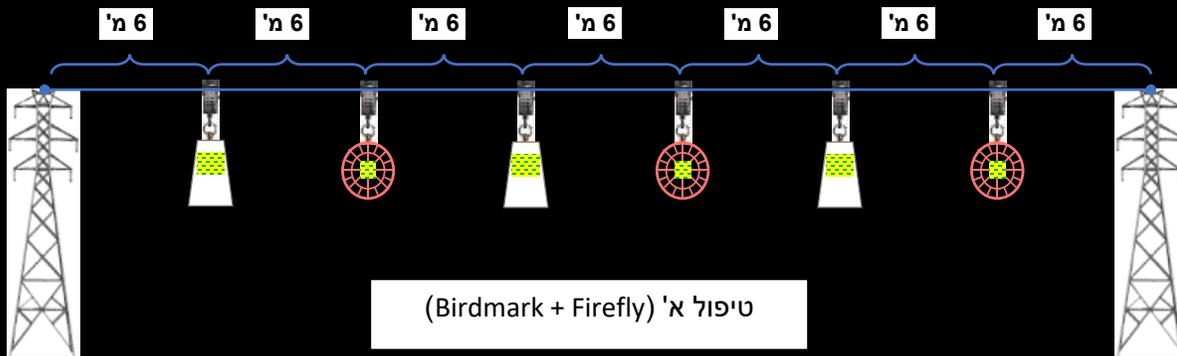
Front and Back

Front and Back

הארה פאסיבית (כפולה)

• 10 מקטעי ביקורת

• 20 מקטעי טיפול



BirdMark + FireFly			
 Front and Back		 Front and Back	
OWL + FireFly			
		 Front and Back	

הארה פאסיבית (כפולה)

הארה פאסיבית + אקטיבית

האמצעים הותקנו על הקווים בעזרת רחפן

• ניטור בעזרת כלבים מאומנים

• זיהוי בשטח או במוזיאון הטבע
ע"ש שטיינהרדט, אונ' תל אביב



בוצעו 430 ניטורי מקטעים

נאספו כ- 700 ממצאי התנגשויות



צילום: דפנה שחורי



מתוך: pr-tech.com



רחפן...

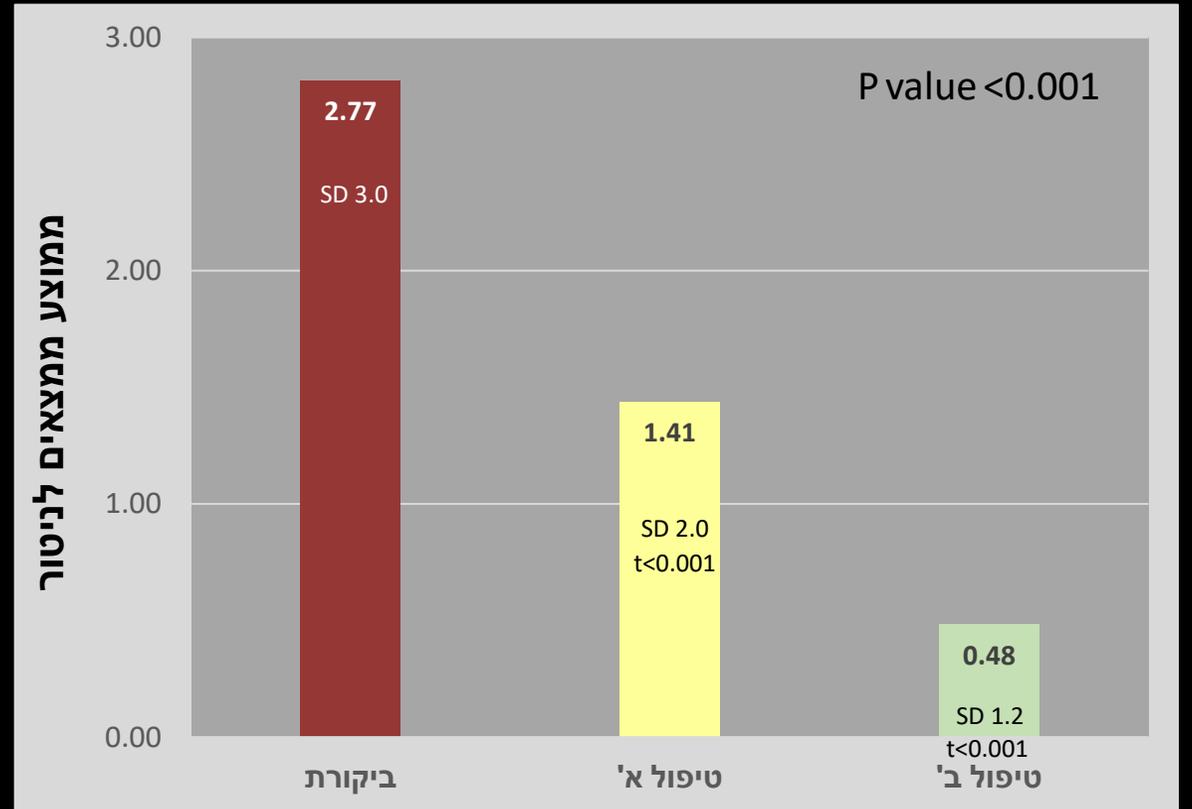
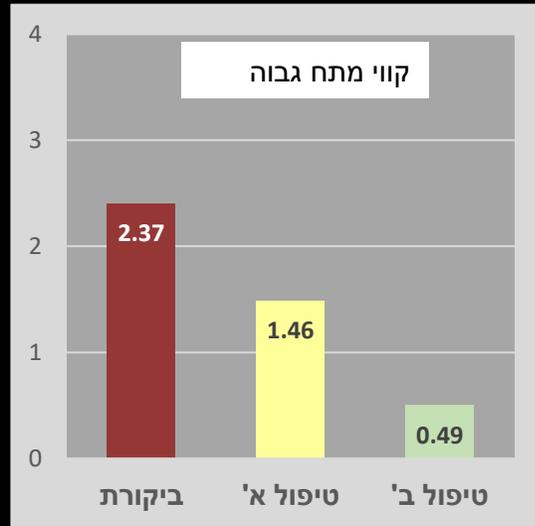
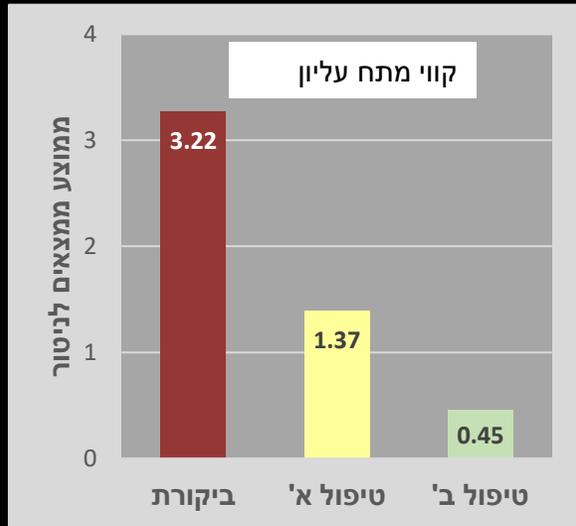
מהיר יותר

זול יותר

בטוח יותר

מאפשר עבודה על קו חי

ממצאים - ממוצע לניטור



שני הטיפולים הפחיתו משמעותית את היקף היפגעויות הציפורים

השפעת הטיפולים דומה בקווי מתח עליון ובקווי מתח גבוה

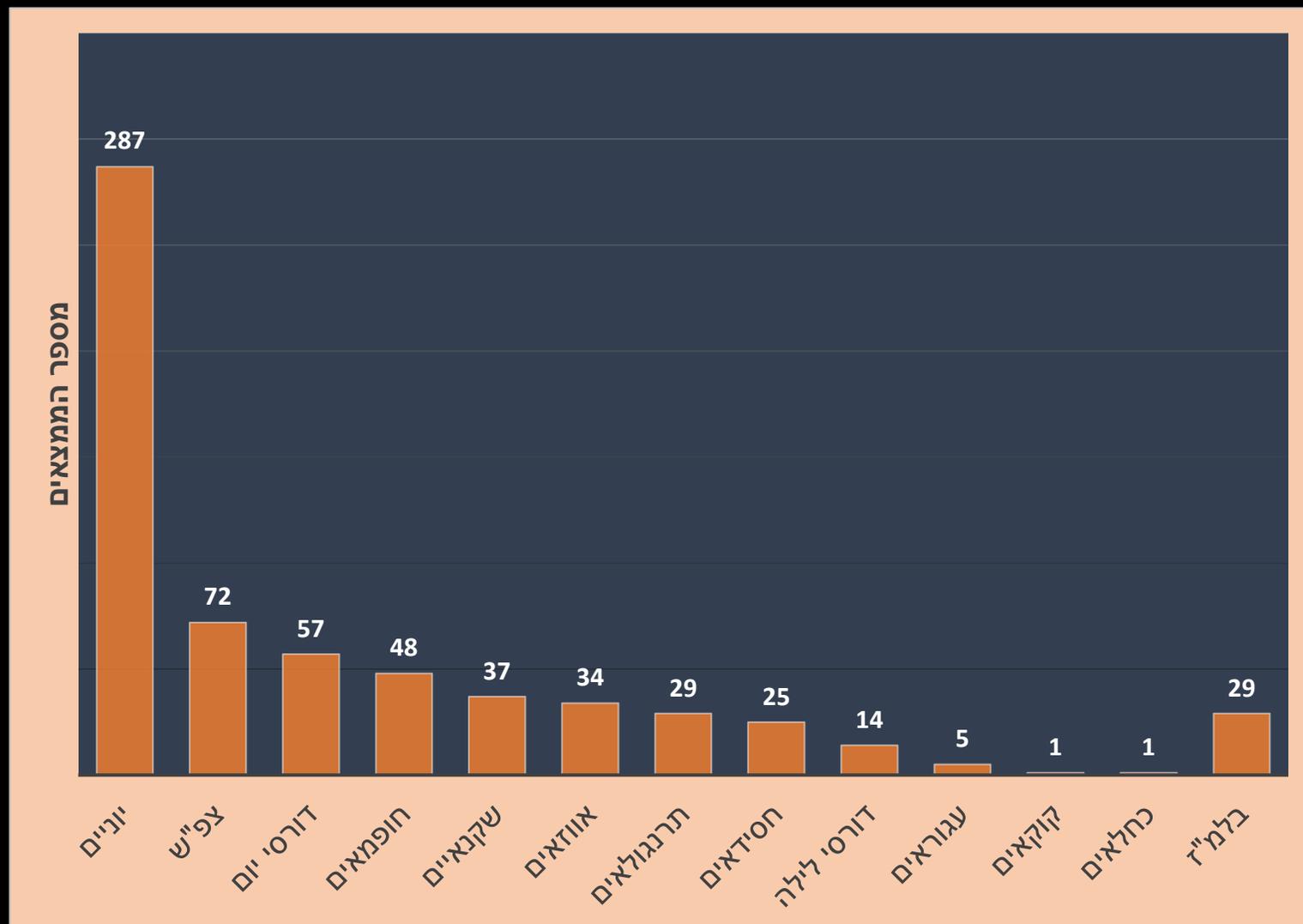
טיפול ב' (אמצעי הארה פאסיבית + אקטיבית) נמצא יעיל במיוחד



-51%

-84%

כמות הממצאים הכוללת לפי הקבוצות הטקסונומיות (לאחר גריעת המינים המבויתים והפולשים)



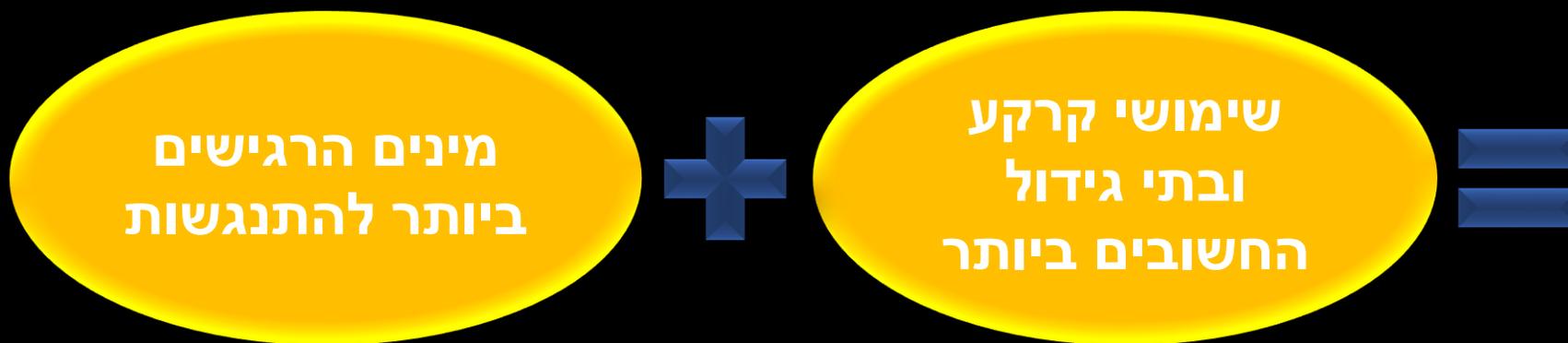
מסקנות המחקר

- שני שילובי האמצעים היו יעילים
- שילוב עם תאורה אקטיבית – יעיל מאוד (-84%)
- שונות בין המקבצים, אך בכלם האמצעים הביאו לצמצום ההתנגשויות
- שונות בין המינים ברגישות להתנגשות
- השימוש ברחפנים - השיטה היעילה והבטוחה ביותר להתקנה



צילום:
אסף מירוז
יואב פרלמן
ספי סהר

הגדרת אזורי רגישות וניתוח סיכונים ארצי



כל מין קיבל משקל לפי רגישותו ומצב אוכלוסייתו

כל בית גידול קיבל משקל ורצועת חיץ



התקנת אמצעים ע"ג קווים קיימים ברגישות הגבוהה ביותר

- 1,000 ק"מ – פחות מ-5% מהיקף הרשת
- Hotspots של עופות: שטחי ליבה לקינון, חריפה וצירי נדידה (עמקים, ערבה, חוף כרמל)
- אתרים פרטניים עבור עופות בסכנת הכחדה (נשרים, חובארות)
- 100,000 ש"ל לק"מ
- 200 ק"מ בשנה, 5 שנים
- 100 מלש"ח ל-5 שנים = 20 מלש"ח לשנה
- ליווי המהלך בניטור אימפקט (תקציב נוסף)





פרויקט "פורשים כנף"- למניעת התחשמלות עופות



פורשים כנף
אימוץ הנשרים
והדורסים בישראל



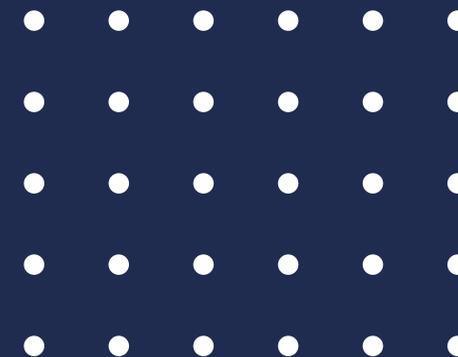
אסדרה סביבתית

מגזר הנדסה וטכנולוגיה

חטיבת פרויקטים הנדסיים



09.2025





פרויקט "פורשים כנף"

❖ פרויקט המשותף לחח"י, רט"ג וחלה"ט.

❖ החל בשנת 1996, בעקבות עשרות אירועי התחשמלות של נשרים בכל שנה.

❖ מטרת עיקריות :

- שימור הדורסים בישראל ושיפור מצבם

- הקטנה משמעותית של מקרי תמותת דורסים מהתחשמלות ו/או התנגשות בקווי מתח.

- יצירת מקורות מזון חליפיים לנשרים כדי להקטין סכנת הרעלות.

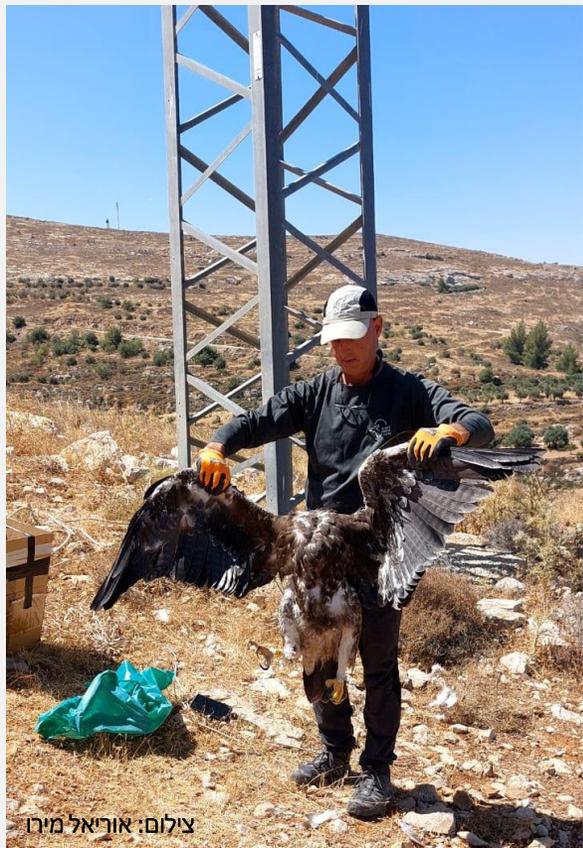
- חינוך והסברה

- הגברת מודעות הציבור לחשיבות שימור הדורסים בכלל והנשרים בפרט



פורשים כנף
אימוץ הנשרים
והדורסים בישראל

התחשמלות



צילום: אוריאל מירז

❖ גורם תמותה משמעותי בעופות גדולים.

❖ מרבית אירועי התחשמלות עופות בעולם מתרחשים בקווי החלוקה, על עמודי מתח גבוה.

❖ מתרחשת בעת סגירת מעגל חשמלי, באמצעות נגיעה בשני חלקים מוליכים של העמודים.

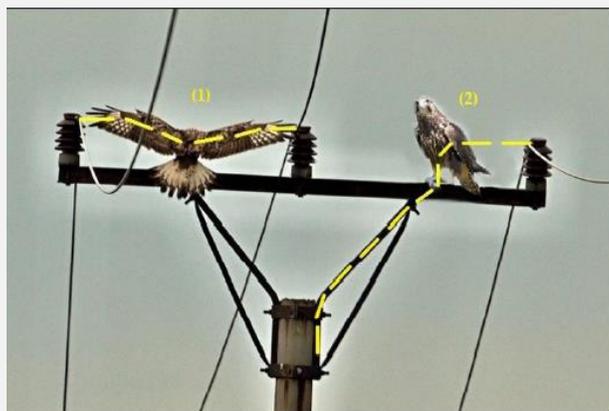
❖ העופות הדורסים חשופים במיוחד לפגיעה מגורם זה, בשל גודלם ונטייתם להשתמש בעמודי החשמל.

❖ ככל שישנם יותר רכיבים חשמליים על גבי העמוד, עולה הסיכון להתחשמלות.

❖ להתחשמלויות השפעות אפשריות על רשת החשמל: הפסקות חשמל, שריפות, נזק תדמיתי ועוד...



צילום: ג'מיל אטרש



מקרה בוחן: העיט הניצי



צילום: רט"ג

❖ כיום ישנם כ-25 זוגות בוגרים בישראל.

❖ מוגדר בסכנת הכחדה חמורה בישראל.

❖ עיקר אירועי ההתחשמלות הינם בקרבת מאגרי מים, רפתות ומטמנות.

❖ ריבוי אירועי התחשמלות הובילו לקידום מהלך משותף להצלת העיט הניצי.

❖ במסגרת זו, במהלך שנת 2021, בוצעה פניה משותפת של חח"י, רט"ג וחלה"ט לרשות החשמל.

❖ במקביל, נבנה מודל גאוגרפי המציג את אזורי הרגישויות להתחשמלות ומסמן את 6,000 העמודים הרגישים

ביותר הנדרשים במיגון.

שנה	מס' ממושדרים	אירועי התחשמלות (עיט ניצי)
2017		8
2018		6
2019	14	5
2020	14	8
2021	23	16
2022	16	6
2023	21	8
2024	24	16

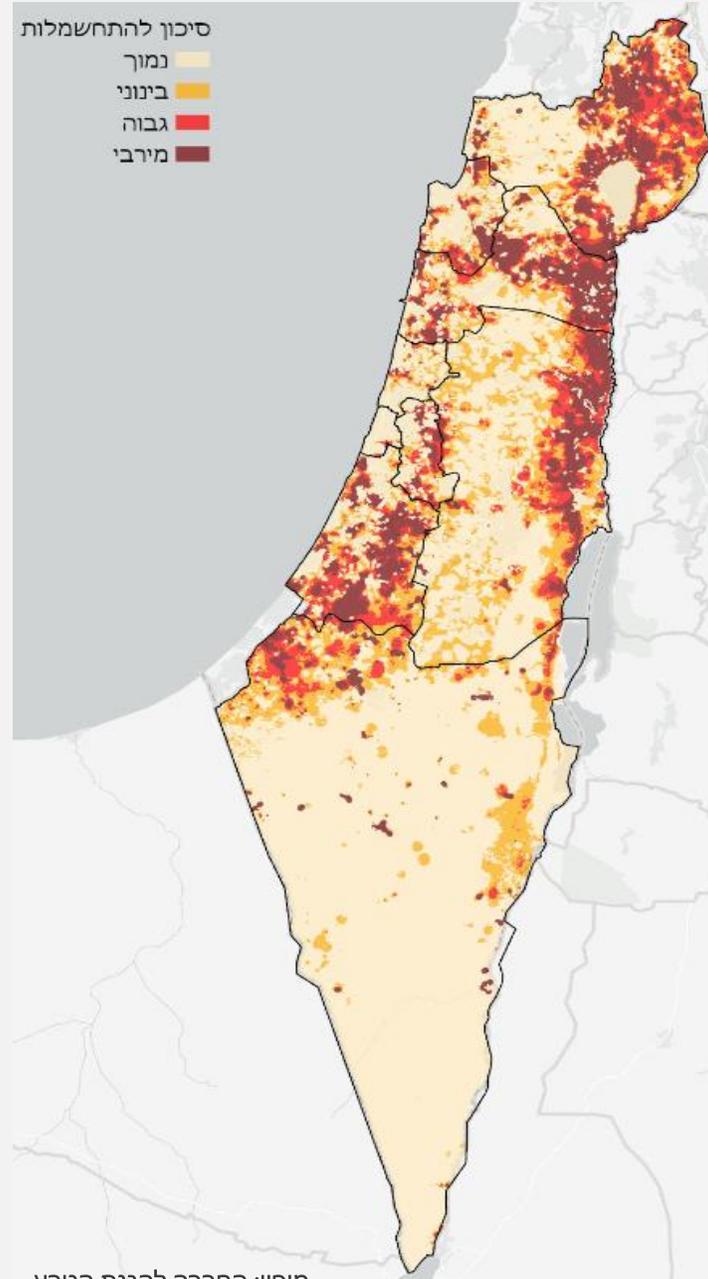


ליאור כסלו



צילום: רט"ג

איזורי רגישות להתחשמלות עייט ניצי



לוקחים אחריות: מיגון עמודי חשמל

❖ כיסוי הרכיבים החשמליים בעמודי מ"ג באמצעות צוות עובדים + במת הרמה.

❖ מיגון עמודים באיזורים הרגישים ביותר: מאגרי מים, מטמנות, שדות חקלאיים, שמורות טבע ועוד.

❖ בין השנים 1996-2021: מיגון של כ-100 עמודים מידי שנה.

❖ התוצאה: מזעור אירועי התחשמלות בנשרים, מעשרות בשנה לממוצע של אירוע בודד אחת לכמה שנים.

❖ 2021: פניה משותפת לרשות החשמל וקבלת אישור להכרה בתעריף עבור הגדלת הפרויקט, להצלת העיט הניצי.

❖ 2022: קבלת החלטה להאצת קצב מיגון העמודים לכ-1,200 עמודים בשנה, להשלמת מיגון של 6,000 עמודים.

❖ היעד: צמצום היקפי אירועי ההתחשמלות של עיטים ניציים (ועוד) בכ-80%.



היקף הפעילות עד היום ותכניות להמשך

❖ בין השנים 1996-2021: מוגנו סה"כ כ-3,000 עמודים.

❖ החל משנת 2022 ועד היום: מוגנו כ-2,700 עמודים.

❖ במקביל:

❖ מיגון כל עמוד חדש המוקם בשטח פתוח.

❖ שיפור שיטות העבודה בשטח ויצירת מנגנוני בקרה ודיווח.

❖ שדרוג ושכלול ציוד המיגון להגדלת אפקטיביות הפרויקט.

❖ בנוסף, מתן מענה נקודתי במקומות בהם ישנם אירועי התחשמלות של מינים שאינם בסכנת הכחדה.

❖ בחינת פירוק והטמנת קווים באיזורים נקודתיים/ רגישים במיוחד.

❖ שת"פים בנושא עם גופי תשתית נוספים: מפעלי ים המלח, חמ"י.

❖ בחינת אמצעים טכנולוגיים להגדלת יעילות והאצת קצב המיגון.

❖ הצבת עמודי דמה בתחנות האכלה- ליצירת התנייה שלילית בדורסים.



צילום: ג'מיל אטרש



אחרי



לפני



בספרד קיימת חקיקה כללית המחייבת מיגון מפני התחשמלות של קווי מ"ג חדשים וקיימים, וכן סימון למניעת התנגשות ביחס לרשת חדשה (באזורים מסוימים)

בספרד קיים מודל ייחודי יחסית, בו גם מניעת ההתחשמלות וגם הפחתת ההתנגשויות מעוגנות בחקיקה

- בספרד קיים חוק כללי משנת 2008* המחייב להתקין אמצעים לטיפול בהתחשמלות והתנגשות על קווי מ"ג עיליים הממוקמים ב"אזורים מוגנים" (אזורים "מיוחדים" להגנה על ציפורים, כגון אזורי נדידה, האכלה, התאספות, ועוד)
- החוק קובע חובות שונות ביחס לרשת הקיימת ולרשת חדשה לעניין ההתנגשויות וההתחשמלויות:

סימון לצמצום התנגשויות	מיגון מפני התחשמלויות	
חובה חוקית	חובה חוקית	רשת חדשה**
וולנטרי	חובה חוקית ("אזורים מוגנים")	רשת קיימת

בספרד קיימת חקיקה כללית המחייבת מיגון מפני התחשמלות של קווי מ"ג חדשים וקיימים, וכן סימון למניעת התנגשות ביחס לרשת חדשה (באזורים מסוימים)



בספרד קיים מודל ייחודי יחסית, בו גם מניעת ההתחשמלות וגם הפחתת ההתנגשויות מעוגנות בחקיקה

- בספרד קיים חוק כללי משנת 2008* המחייב להתקין אמצעים לטיפול בהתחשמלות והתנגשות על קווי מ"ג עיליים הממוקמים ב"אזורים מוגנים" (אזורים "מיוחדים" להגנה על ציפורים, כגון אזורי נדידה, האכלה, התאספות, ועוד)
- החוק קובע חובות שונות ביחס לרשת הקיימת ולרשת חדשה לעניין ההתנגשויות וההתחשמלויות:

סימון לצמצום התנגשויות	מיגון מפני התחשמלויות	
חובה חוקית	חובה חוקית	רשת חדשה**
וולנטרי	חובה חוקית ("אזורים מוגנים")	רשת קיימת

גרמניה – הטיפול בהתחשמלות עופות מעוגן בחקיקה, אולם הטיפול בהתנגשויות מתבצע במסגרת שיתוף פעולה בין ארגונים סביבתיים לבין חברות הרשת



ובכל זאת...

הגישה הנכונה ביותר מבחינה סביבתית

ה ט מ נ ה



ובכל זאת...

הגישה הנכונה ביותר מבחינה סביבתית

ה ט מ נ ה



תודות

❖ חח"י

❖ רט"ג: אוהד הצופה, מרים פרוינד, עופר שטייניץ, נעם ליזר ואורי נווה

❖ חלה"ט: ליהי ברקן, יואב פרלמן, אלי חביב ועידו פואה

❖ רשות החשמל

❖ הקרן לשמירה על שטחים פתוחים

❖ ד"ר אשל אופיר

❖ ספי סהר וצוות הכלבנים והכלבים של מגן א.ר.ת.

❖ חברת קרונוס

❖ חברת אלקם

❖ מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט: עמוס בלמקר, אביגיל בן דב סגל

❖ אור שפיגל ומיקי בר זיו, אוניברסיטת ת"א

❖ המשרד להגנת הסביבה

צילום: רט"ג