



גיבוש אסטרטגיה לרשת חשמל ירוקה בישראל

תקציר מנהלים

בעשור הקרוב צפויים אתגרים משמעותיים למשק החשמל – להם יש לתת מענה גם ברמת הרשת



1

הגדלת ייצור מאנרגיות מתחדשות, כדי לעמוד ביעד משרד האנרגיה של 30% ייצור ממתחדשות ב-2030



2

חשמול התחבורה והתעשייה, אשר יעלו את הביקוש לחשמל באופן משמעותי



3

גידול באוכלוסיה ושיפור אמינות רשת החשמל

לישראל ייחודיות סביבתית כאחת מצמתי הנדידה החשובים בעולם לבעלי כנף, שיש לקחת בחשבון בפיתוח רשת

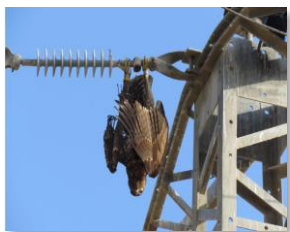
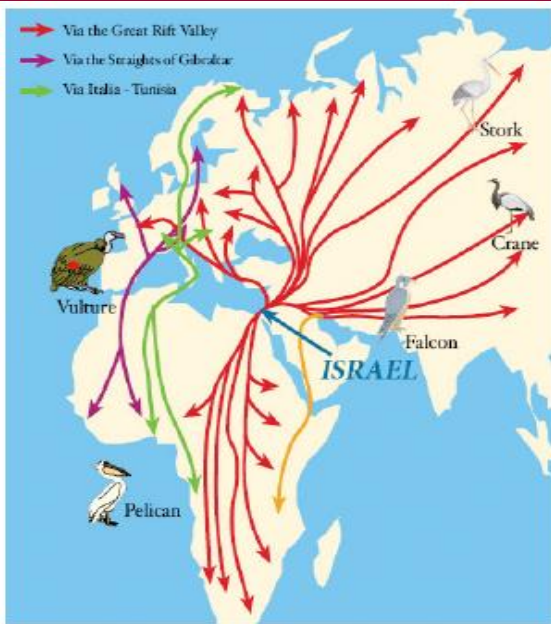
ישראל היא אחת מ-25 Hotspots לשימור מגוון ביולוגי

את שטחה של ישראל חוצים פעמיים בשנה מאות מיליוני עופות

רשת החשמל היא אחד הגורמים המשמעותיים ביותר לפגיעה בבעלי הכנף ובאלמנטים סביבתיים נוספים (בין היתר בשל הצפיפות השימושים ומיעוט שטחים פתוחים)

← בעשור האחרון תועדו בישראל מעל ל-1,100 מקרי מוות של בעלי כנף (כולל מינים בסכנת הכחדה חמורה) כתוצאה מהתחשמלות

← לפי הערכות ראשוניות, מתרחשות עשרות אלפי התנגשויות של בעלי כנף בקווי מתח בישראל מדי שנה



עיט ניצי שנהרג כתוצאה מהתחשמלות (צילום: שחר כפיר, רט"ג)

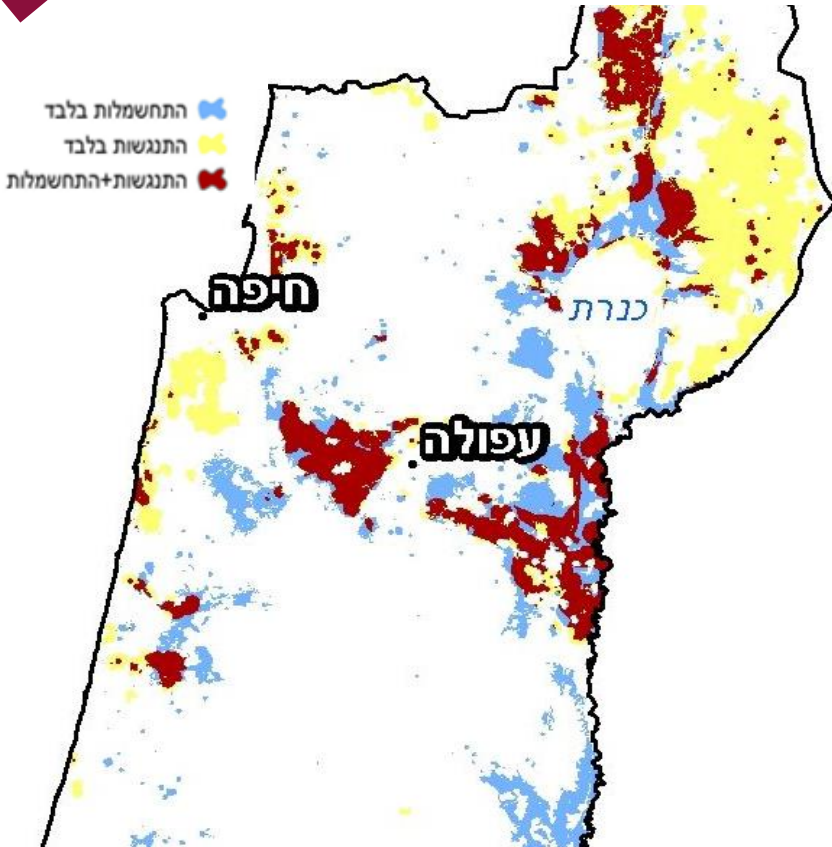


שקנאי שנהרג כתוצאה מהתנגשות בקו מתח (צילום: אסף מירוז)

בשל ייחודה של ישראל ומתוך השאיפה לצמצם את פגיעת רשת החשמל בבעלי הכנף, פותחו במדינה מודלי רגישות מפורטים למיפוי אזורי הסיכון המשמעותיים ביותר*

אילוסטרציה

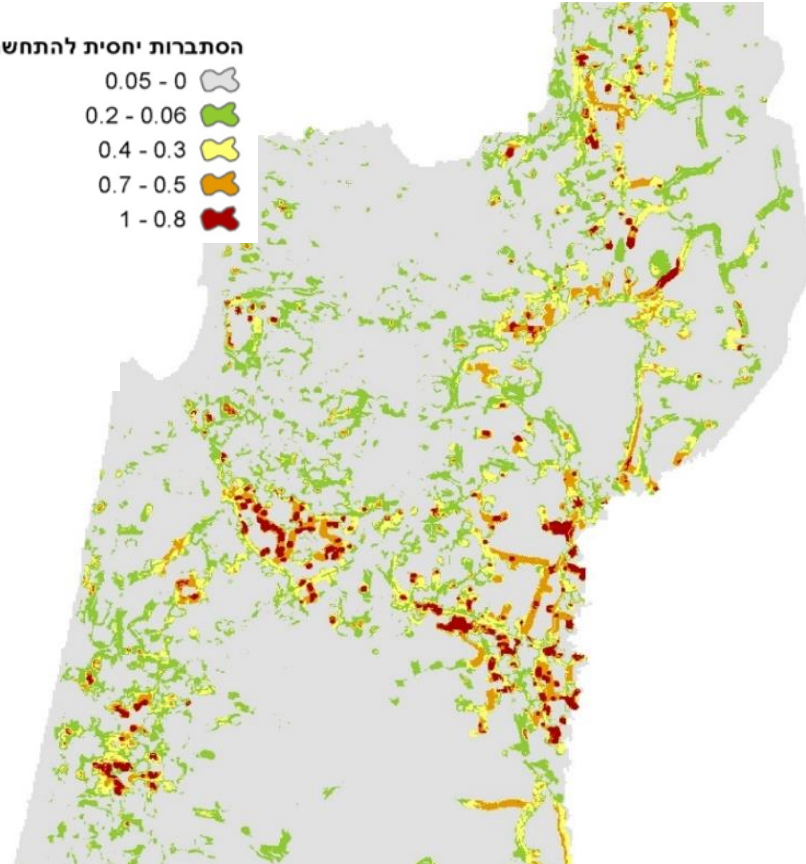
תחומי חפיפה בין אזורים רגישים להתנגשויות לבין אזורי רגישות גבוהה להתחשמלות עיט ניצי



מפת חיזוי אירועי התחשמלות עיט ניצי
בשקלול פריסת רשת ארצית***

הסתברות יחסית להתחשמלות

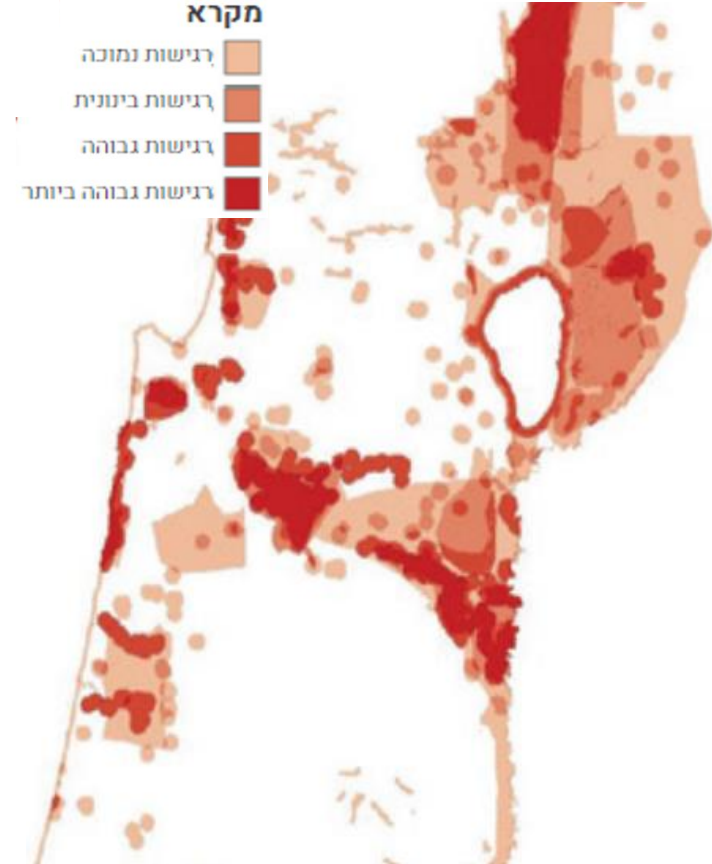
0.05 - 0
0.2 - 0.06
0.4 - 0.3
0.7 - 0.5
1 - 0.8



מפת רגישות להתנגשויות בעלי כנף**

מקרא

רגישות נמוכה
רגישות בינונית
רגישות גבוהה
רגישות גבוהה ביותר



המהלכים המוצעים בעבודה מתבססים בחלקם על מודלי הרגישות שפותחו

מטרת רשת החשמל הירוקה:

לצמצם את פגיעת רשת החשמל בסביבה (בדגש על בעלי כנף) לרמה המינימלית האפשרית, תוך השגת יעדי משק החשמל באופן יעיל ככל הניתן

הועדה המחוזית לתכנון ולבניה מחוז הדרום, ינואר 2023*

לקווי החשמל העיליים ישנה חתימה נופית דומיננטית ויש לבחון אותם על רקע מאפייני המרחב בו הם מוקמים.

הנגב הדרומי, הוא אזור שעיקר יופיו נובע מהיותו לא פגוע על-ידי האדם, למעט מספר ישובים כפריים הממוקמים במרחב. לנופי הנגב יש עוצמה ייחודית, הם מושכי תיירות ארצית ומהעולם. בנוסף, יש בנגב מסלע ומורפולוגיה ייחודיים הכוללים תצורות בעלות ייחוד עולמי כמו המכתשים. משמעותה של התיירות באזורים מסוימים בנגב היא השתלבות, העלמות והתמזגות עם הנוף הסובב. במובן זה, רוב הנגב מהווה "אסם הרוגע והטבע" של מדינת ישראל. בזמן שברוב חלקי המדינה יש תהליכים של ציפוף ואורבניזציה, רוב הנגב הוא המרחב הארצי האחרון שנותר לא פגוע ובכך טמונה עוצמתו.

בעולם, מדינות רבות מקדמות מהלכים לצמצום הפגיעה של רשת החשמל בסביבה מתוך הבנת מכלול התועלות הנובעות מכך



אסטרטגיה סביבתית לרשת החשמל – בניגוד לישראל, מדינות רבות מבצעות תסקיר אסטרטגי סביבתי (SEA)* מקיף כחלק אינטגרלי מהליכי תכנון רשת חדשה, במטרה לצמצם פגיעות סביבתיות



ייצור מתחדשות באזורי הביקוש – מדינות רבות פועלות ביתר שאת להפחתת צרכי הרשת ע"י עידוד קירוב ייצור למוקדי צריכה (גגות ודו שימוש אחר בשטחים מבונים) תוך מתן תמריצים כלכליים משמעותיים, יצירת חובת התקנה, הגברת המודעות הציבורית ועוד



עידוד הטמנת קווים – היקפי הטמנת קווי מתח (גבוה, עליון ועל) במרחב הפתוח גבוה משמעותית במדינות נבחרות לעומת ישראל



כמו-כן, ישנן לא מעט דוגמאות בעולם לחקיקה מקיפה להגנה על בעלי כנף מרשת החשמל, כולל שיתופי פעולה מקיפים ומשלימים בין הרשויות, מנהלי המערכת והארגונים הסביבתיים



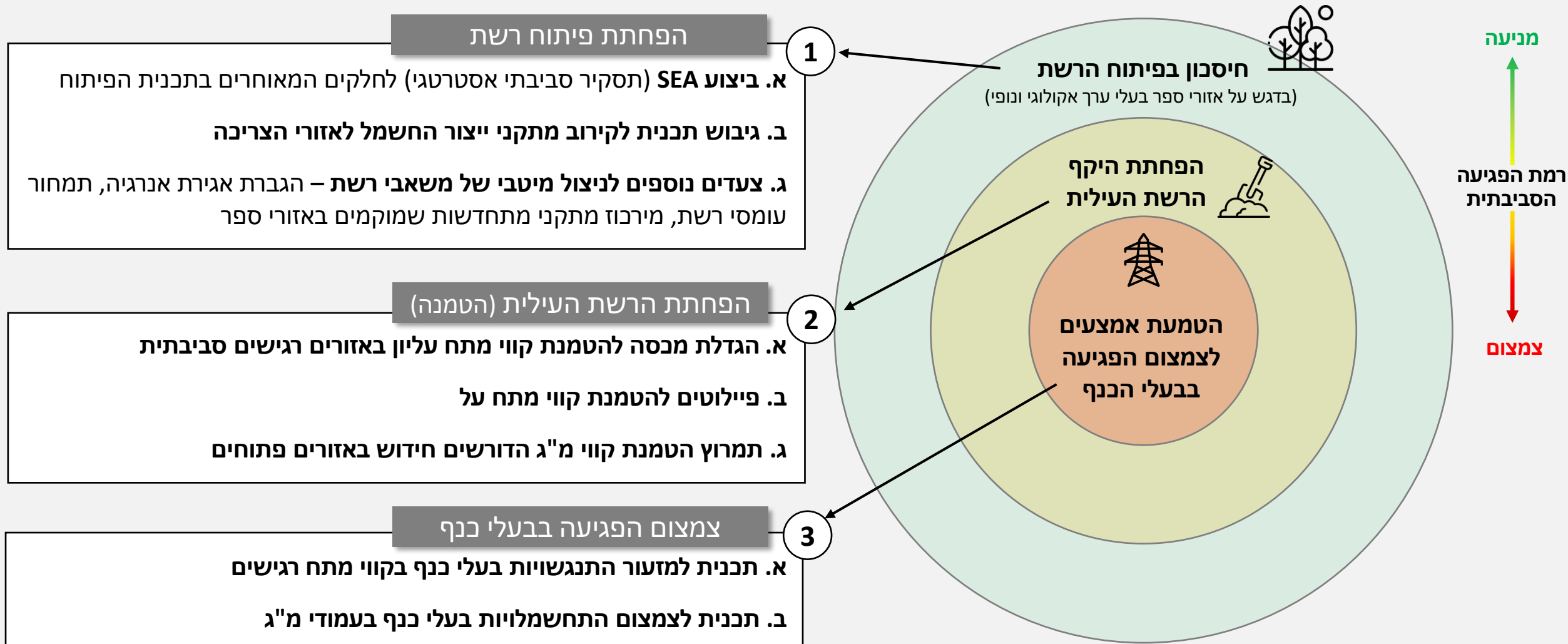
* Strategic Environmental Assessment – כלי שנועד להעריך חלופות שונות לפיתוח תכניות לאומיות, דוגמת פיתוח רשת, במטרה לגבש תכניות פיתוח באופן שממזער את הפגיעה הסביבתית; מבוצע ע"י הרשויות ומנהלי המערכת, בשיתוף ארגונים סביבתיים וכלל הציבור – מדובר בהליך מחייב לפי אמנת המינים הנודדים עליה חתומה ישראל

ברמה הסביבתית, קיימים סדרי עדיפות עקרוניים לטיפול בהשפעות השליליות של הרשת על בעלי הכנף והסביבה בכלל

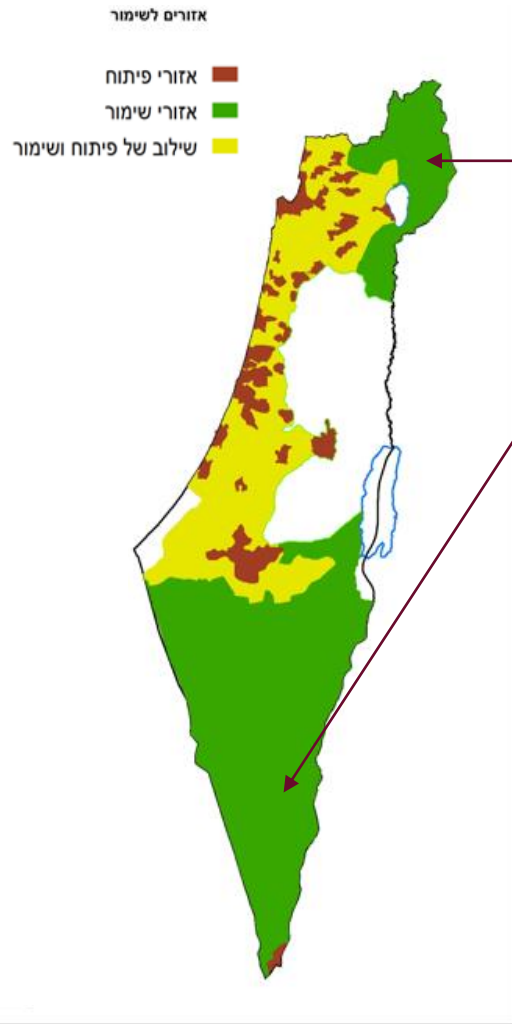


^{*} היכן שהדבר לא מהווה פגיעה מוגברת בסביבה (בהיבטי הידרולוגיה, גאומורפולוגיה ועוד)
^{**} מיקוד העבודה העיקרי עוסק ברובו בצמצום הפגיעה בבעלי כנף ובמערכות האקולוגיות. עם זאת, במסגרת ההסתכלות על רשת החשמל המתוכננת ייבחנו פתרונות אשר מאפשרים בחלק ניכר מהמקרים גם את צמצום הפגיעה הנופית של קווי המתח המתוכננים

התכנית המוצעת כוללת 3 רבדים מרכזיים, אשר מתכתבים עם סדר העדיפות הסביבתי



ביצוע SEA (תסקיר סביבתי אסטרטגי) - איזון בין כלל השיקולים ל"חלקים המאוחרים" של תכנית הפיתוח



מוצע לבחון ביצוע SEA לחלקים "המאוחרים" בתכנית הפיתוח **בדגש על אזורים מוטי שימור***, כך שהקמת הפרויקטים המוקדמים לא תעוכב ובמקביל ניתן יהיה להגיע להבנה בין בעלי העניין השונים בדבר נחיצות פרויקטי הרשת המתוכננים והאפשרות לייתרם



במסגרת ה-SEA, אנו מציעים לבחון קידום של מהלכים אשר יוכלו פוטנציאלית להביא לחיסכון בהיקף פיתוח הרשת, בדגש על אזורים מוטי שימור:

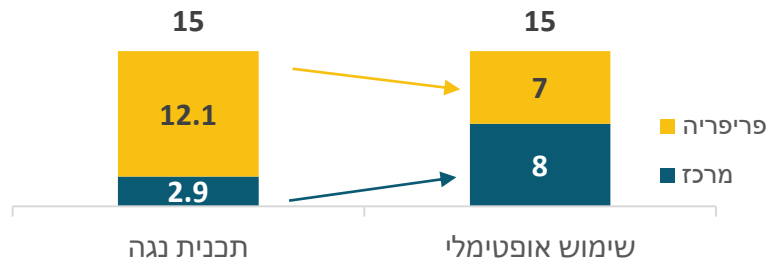


- 1 קירוב מתקני הייצור לאזורי צריכה
- 2 שימוש באגירה ככלי לניהול עומסים וצמצום צרכי הרשת
- 3 תמחור רשת באופן שיצמצם את העומסים ומשכך יפחית את הצורך בפיתוח
- 4 מרכז מתקנים ע"י יצירת סט עקרונות תכנוניים ותמרוץ הקמת מתקנים בעלי הספק גבוה ברשת ההולכה הקיימת

* דותן רותם, רשות הטבע והגנים; המפה מתבססת על תכלול בין שטחים פתוחים שלא צפוי בהם פיתוח עירוני, אזורים בעייתיים מבחינת פגיעה בעופות (נוכחות של עופות דורסים רבים), הפרעת אדם מעטה ואזורים הנחשבים "ארץ בראשית" (דרום הארץ)



קירוב ייצור למוקדי צריכה – צעדים מרכזיים



PV באזורי ביקוש – על אף זמינות רשת החשמל במרכז, רק כ-20% (GW 3) מההספק התוספתי בתכנית נגה מתוכנן באזורי ביקוש, על אף שהפוטנציאל התוספתי גבוה מכך משמעותית

מהלכים מוצעים לבחינה:

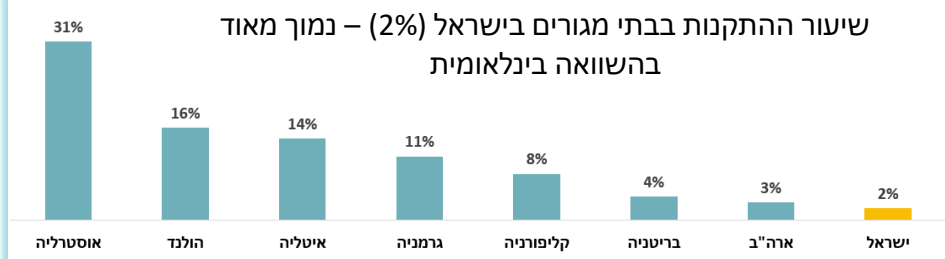
1 הגברת תמריצים למימוש באזורי ביקוש:

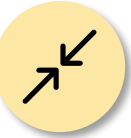
- בניית רשת חדשה לאזורים מרוחקים כמו הגולן והערבה עלולה לייצר עלות תוספתית של עד כ-15 אג' לקוט"ש שייצור באזורים אלה
- ניצול אלטרנטיבי של עלויות אלה יכול לתמרץ מתקנים באזורי ביקוש ולהגדיל משמעותית את שיעורי המימוש, בדגש על הסקטור הביתי, על מערכות מסחריות בינוניות-גודלות במ"ג ובחניונים

2 חובת התקנה: יש לגבש תכנית מסודרת ויעדים להגברת צריכה עצמית, וכן לחייב התקנות במבנים ציבוריים (מכרזי עיריות) ובבניה חדשה – בהתאם להחלטות ממשלה בנושא

3 מודעות וסיוע ממוקד: יש לפעול להגברת המודעות הציבורית ולבחון מתן סיוע כלכלי על בסיס סוציו-אקונומי עבור עלויות ההתקנה, כפי שנהוג במקומות שונים בעולם

שיעור ההתקנות בבתי מגורים בישראל (2%) – נמוך מאוד בהשוואה בינלאומית





מהלכים נוספים אפשריים להפחתת פיתוח הרשת

רציונאל	צעדים	אמצעי
מרכז מתקנים והקטנת גדלי החיבור הנדרש לרשת ברמת המתקן הבודד לצמצום צרכי הרשת באזורים עמוסים ביחס לתכנית הבסיס של נגה	חיוב שילוב אגירה בצמוד ל-PV באזורי רשת עמוסים	 אגירה
העלאת תעריפי ההולכה בשעות העומס ו/או קביעת תעריפים מערכתיים ליצירת תמריצים להפחתת עומסים באופן שיביא לצמצום היקף הפיתוח הנדרש	שינוי מבנה תעריפי הרשת והמערכתיות לשיקוף העומסים ברשת	 תמחור עומסי רשת
הקמת מתקן גדול עדיפה על הקמת מספר מתקנים קטנים באותו הספק כולל. יש לקבוע קריטריונים ברורים בנושא	מירכוז תכנוני של אתרים באזורי עומס	 מרכז מתקני ייצור

הטמנת קווי הולכה – הטמנה תספק את המענה המיטבי, כל עוד תוואי השטח מאפשר זאת בהתאם לסדרי קדימויות סביבתיים



להטמנה מספר יתרונות מרכזיים:

- יתרונות סביבתיים: מניעת פגיעה בבעלי כנף ומזעור פגיעה בנוף
- יתרונות תכנוניים: חיסכון בשטח ותועלות לשימושי קרקע וכן קיצור הליכים סטטוריים
- יתרונות אנרגטיים: חיסכון בתקלות המאפיינות קווים עיליים – הגברת אמינות האספקה

מהלכים מוצעים:

מהלך מוצע	היקף פרויקט	עלות
תמרוץ הטמנת קווי מ"ג קיימים באזורים פתוחים במקום חידושם בהתאם למנגנוני רשות החשמל	מאות ק"מ (יקבע בהתאם למפות רגישות מעודכנות)	ללא עלות תוספתית (מוצע להחיל כחלק מהחלטת רשות חשמל קיימת לתמרוץ חח"י להטמנת קווי מ"ג)
קביעת קריטריונים להטמנת קווי מתח עליון מתוכננים באזורי רגישות והרחבת "מכסת ההטמנה"	כ-50 ק"מ בעשור הקרוב* (מעבר לתכנית הקיימת)	כ-770 מיליון ש"ח בעשור הקרוב (מימון ע"י תעריף החשמל - עלות תוספתית לחשבון ביתי של כ-0.1% בשנה ממוצעת)**
בחינת פיילוט להטמנת קווי מתח על מתוכננים	יבחן בהמשך	טרם נבחן

* לפי ניתוח ראשוני הונח כי לפחות 40% מהקווים שמתוכננים באזורי הרגישות יוטמנו גם כך במסגרת תכנית הפיתוח; ** בחישוב העלויות לא נלקחה בחשבון הגדלת מכסת ההטמנה. הונח כי הטמנה תחייב תוואים ארוכים יותר בהיקף של כ-30% מהתוואים העיליים (מבוסס על שיחה עם נציג רשות החשמל) ועל כן הונח שתידרש הטמנה של כ-70 ק"מ (70=1.3*60%*90) היקף העלויות מבוסס על הערכת רשות החשמל במסמך ההיועצות טרם קביעת עקרונות מדיניות על ידי שר\ת האנרגיה (מאי 2022) – לפי מסמך זה, עלות הקמה של קו מתח עליון עילי היא 3.5 מיליון ש"ח לק"מ, בעוד שעלות הטמנת קו מאותו הסוג היא 14.72 מיליון ש"ח לק"מ; חישוב פריסה לצורך החזר תעריפי: לפי תשואה משוקללת ריאלית (הון עצמי זר של 4.2%); עלות תוספתית לקוט"ש – מבוסס על הנחת צריכה ממוצעת בשנות החזר של 120 TWH ~ (היקפי צריכה ב-21: 67 TWH, שיעור גידול שנתי בצריכה: 2.6%, שנות החזר: 45); % עליית תעריף החשמל הביתי התבסס על תעריף החשמל הביתי לקוט"ש (אג'): 53.42 (מעודכן לינואר 23') להרחבה, ראה/י דו"ח מלא בנספח



פגיעת רשת החשמל העילית בבעלי הכנף באה לידי ביטוי ב-2 דרכים עיקריות

היקף הפגיעה	סוג קווי המתח המהווים סיכון	סטאטוס טיפול נוכחי
התנגשויות  התנגשות, צילום: דותן יושע	■ מתח גבוה ■ מתח עליון ■ מתח על	פיילוט לסימון 16 ק"מ באמצעות רחפנים מתוך כ-6,000 ק"מ של קווים רגישים
התחשמלויות  התחשמלות, צילום: שחר כפיר	מתח גבוה	מיגון של כ-6,000 עמודי חשמל (בתהליך) מתוך כ-30,000 עמודים רגישים



מזעור הפגיעה בבעלי הכנף שנגרמת על ידי הרשת העילית*

אם קיים הכרח לרשת עילית, יש למזער את הפגיעה בבעלי הכנף בהתאם לסדרי קדימויות גיאוגרפיים ומודלי הרגישות העדכניים ביותר



מהלך	סימון קווים ע"י רחפנים למזעור התנגשויות (מ"ג והולכה)	הרחבת התכנית הקיימת למיגון עמודים לצמצום התחשמלויות
היקף פרויקט	כ-6,000 ק"מ	כ-24,000 עמודים
אופן הביצוע	סימון קווים באמצעות רחפנים	מיגון עמודים קיימים (ע"י חח"י ורחפנים) ושימוש בקונפיגורציה בטוחה עבור קווים חדשים
עלות**	כ-40 מלש"ח לשנה למשך 12 שנה	כ-20 מלש"ח לשנה למשך 8 שנים

חלוקת אחריות מוצעת לפי בעלי העניין השונים

גורמים מרכזיים אחראים

צעדים ליישום



חסכון בפיתוח רשת

קביעת יעדים ותכנית להגברת ייצור PV בשטחים מבונים במרכז, לרבות בחינת חיוב התקנה	משרד האנרגיה
ביצוע SEA לחלקים המאחרים בתכנית הפיתוח	נגה, בשיתוף כל הגורמים הרלוונטיים
בחינת המבנה התעריפי	רשות החשמל
קמפיין להעלאת מודעות ציבורית	משרד האנרגיה
בחינת הטלת חובת אגירה בסמוך למתקנים חדשים	רשות החשמל
בחינת שינוי מבנה תעריפי הרשת והעלויות המערכתיות	רשות החשמל
מרכז תכנוני של מתקני ייצור באזורי ספר	גורמי תכנון, רשות החשמל



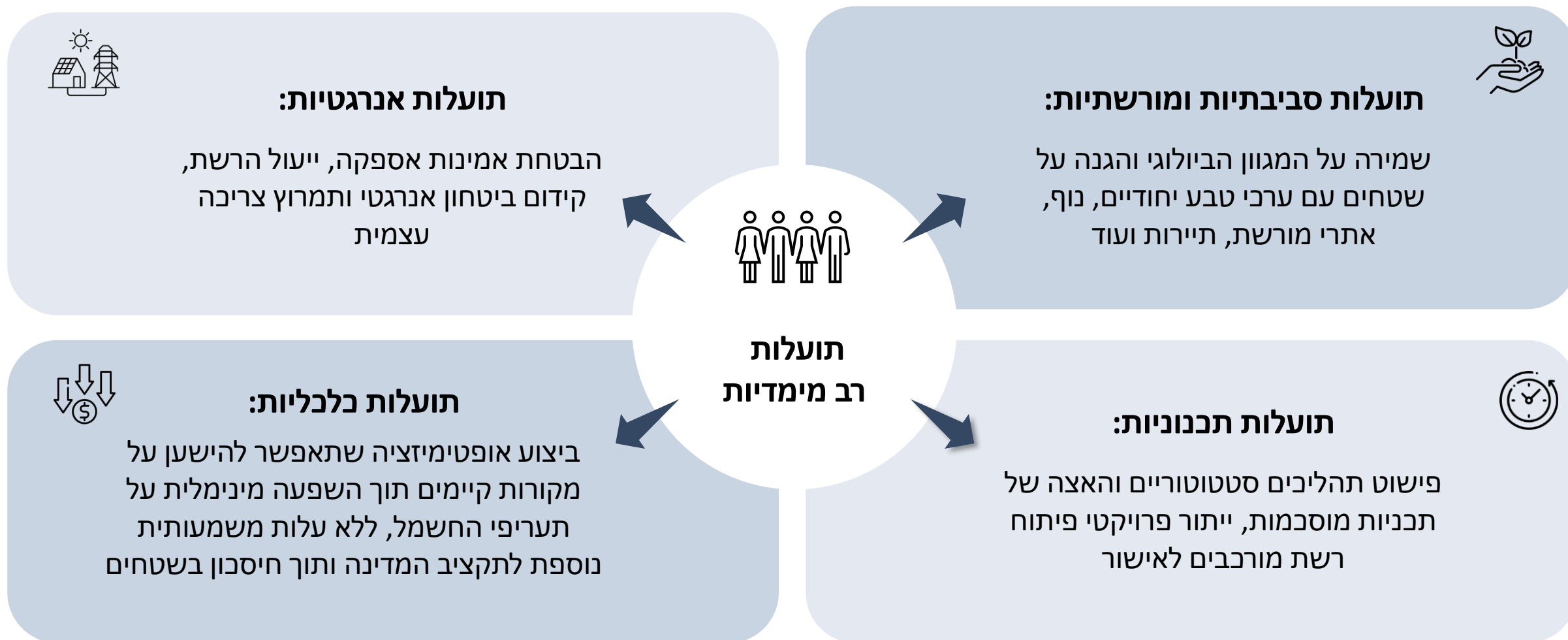
הטמנה

מיפוי מפורט של הקווים הרגישים	נגה, ארגונים סביבתיים, גורמי תכנון
- קווי מ"ג - עדכון החלטת הרשות למנגנון פרס-קנס להטמנה בשטחים פתוחים עם רגישות בינונית ומעלה להתנגשויות/התחשמלויות - קווי מתח עליון - עדכון שימוע רשות החשמל להיקף הטמנות הקווים הדרוש, כולל בחינה אילו מהאזורים הרגישים כבר נכללו כמוטמנים - קווי מתח על - קבלת החלטה על ביצוע פיילוטים להטמנה	רשות החשמל, נגה
גיבוש תכנית מפורטת לביצוע תוך תיאום היקף הקווים הרלוונטי ומיפויים	חח"י, ארגונים סביבתיים
ביצוע ההטמנות תוך התאמת תכנית מיגון מהתחשמלויות וסימון מהתנגשויות	חח"י



מיגון וסימון

עדכון מודל הרגישות, מיפוי קווים ועמודים, וגיבוש הסכמות ביחס לתכנית המוצעת	חח"י, ארגונים סביבתיים
החלטה להכרה תעריפית	חח"י, ארגונים סביבתיים, רשות החשמל
רכישת ציוד מתאים, התקשרויות רלוונטיות והקצאת משאבים נדרשים	חח"י



סיכום – עלויות הצעדים לצמצום פגיעת רשת החשמל בבעלי הכסף והפחתת היקף הרשת העילית

מהלכים 	צעדים מרכזיים 	תוספת עלויות ביחס לתכניות הנוכחיות 	% תוספת באחוזים לתעריף
1 צמצום התחשמלויות	רשת קיימת: הרחבת והעלאת קצב המיגון בתכנית הקיימת רשת חדשה: מזעור ככל האפשר של הקמת רשת עילית וככל שהדבר הכרחי תכנון הנדסי בטוח מראש של עמודים	~160 מלש"ח (לשנים '24-'33 לא כולל עמודים פרטיים)	כ-0.04%
2 מזעור התנגשויות	רשת קיימת: המשך מיגון בשלביות לפי רמת סיכון ובלו"ז שיוגדר מראש ועל בסיס מסקנות הפיילוט רשת חדשה: מזעור ככל האפשר של רשת חדשה	~480 מלש"ח (לשנים '24-'35 לא כולל קווים פרטיים)	כ-0.12%
3 הטמנת קווי 161	הטמנת כעשרות ק"מ של מקטעים שצפויים לעבור באזורים רגישים וברצועות חדשות ומצויים בשלב טרום תכנוני	עד כ-770 מלש"ח (לשנים עד 2030)	כ-0.06%
4 הטמנת קווי 400	גיבוש תכנית לפיילוטים להטמנת קווי 400 ק"ו	תיקבע בהמשך	
5 הטמנת קווי מתח גבוה	קידום הטמנה בשטחים פתוחים או רגישים מבחינה אקולוגית	ללא עלות תוספתית (מוצע להחיל כחלק מהחלטת רשות חשמל קיימת לתמרוץ חח"י להטמנת מ"ג)	
סה"כ			
		~1.4 מיליארד ש"ח ב-'24-'35 (כ-130 מלש"ח בשנה ממוצעת)	כ-0.22% בלבד

גיבוש אסטרטגיה לרשת חשמל ירוקה בישראל

מצגת מלאה

נספח



גיבוש אסטרטגיה לרשת חשמל ירוקה בישראל

מצגת מלאה

- **רקע ואג'נדה**
- מהלכים מוצעים
- סיכום והתייחסויות
- נספחים למצגת מלאה

מטרת הפרויקט היא גיבוש תכנית לקידום רשת חשמל ירוקה בישראל והטמעתה בתהליך קבלת ההחלטות

הרבדים בעבודה



- **"מה האתגר?"** – סקירת המצב הקיים וההתפתחויות הצפויות במשק החשמל תוך מיפוי האתגרים הסביבתיים
- **"מה נהוג בעולם?"** – זיהוי מתודולוגיות תכנוניות ומהלכים שקודמו בעולם להטמעת פתרונות לצמצום הפגיעה בטבע
- **"איפה הפערים?"** – הצגת הפער בין מצב הקיים למצב האופטימלי בישראל בהתאם לסקירה הבינלאומית
- **מה הפתרונות האפשריים?"** – תיאור סל של פתרונות לאתגרים שאותו ושיטות מומלצות להטמעתם
- **"מה הפתרונות המועדפים ומהן התועלות והעלויות?"** – דיון בפתרונות מומלצים תוך ניתוח תועלות, עלויות וחסמים מרכזיים ליישום ודרכים אפשריות לפתרונם
- **"מה ההמלצות?"** – סיכום המלצות וגיבוש מפת דרכים עקרונית (לרבות בנושאי רגולציה, תכנון סטטוטורי, ערוצי תקצוב ועוד)

גבולות הגזרה של העבודה



עבודה זו עוסקת בהשפעות הסביבתיות של רשת החשמל ודנה ב-2 שאלות מרכזיות:

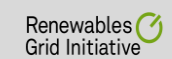
1 כיצד ניתן לצמצם את הפגיעה של רשת החשמל המתוכננת בבעלי כנף ובמערכות אקולוגיות?*

2 כיצד ניתן לצמצם את הפגיעה של רשת החשמל הקיימת בבעלי הכנף? **

* מיקוד העבודה העיקרי עוסק ברובו בצמצום הפגיעה בבעלי כנף ובמערכות אקולוגיות; עם זאת, במסגרת ההסתכלות על רשת החשמל המתוכננת ייבחנו פתרונות אשר מאפשרים בחלק ניכר מהמקרים גם את צמצום הפגיעה הנופית של קווי המתח המתוכננים

** לרבות הפגיעה במארג האקולוגי שנגרמת כתוצאה מקינון בעלי כנף בעמודי רשת החשמל

במסגרת הפרויקט ערכנו ריאיונות עם למעלה מ-40 גורמים שונים, מהארץ ומחו"ל, כאשר עם חלקם נפגשנו מספר פעמים בהתאם לצורך

ארגון	גורם
 רשות הטבע והגנים	אוהד הצופה (אקולוג עופות) נעם לידר (מנהל אגף אקולוגיה בחטיבת המדע) ניר אנגרט (מנהל אגף תכנון) שירה בנארי (ראש תחום תשתיות ונוף)
 החברה להגנת הטבע	דן אלון (סמנכ"ל שמירת טבע) ליהי ברקן (רכזת עסקים ומגוון ביולוגי)
 משרד האנרגיה www.energy.gov.il	דורית הוכנר (מנהלת אגף בכירה תכנון פיזי) ג'נט שלום (מנהלת אגף תכנון ומדיניות)
 רשות החשמל	שירלי לוי (ראש אגף תכנון וסביבה)
 המשרד להגנת הסביבה	נטע ליפמן (סמנכ"לית משאבי טבע) ד"ר יצחק קדם (מרכז בכיר אנרגיה ושינוי אקלים)
 נהל ניהול מערכת החשמל	איתן יחזקאל (מנהל מחלקת תכנון סביבתי) שחר ניצן (מנהל מחלקת תכניות מתאר)
 חברת החשמל	יצחק בלמס (סמנכ"ל שירותי הרשת והמשנה למנכ"ל) עינב חשאי (מנהל מטה משאבים ורגולציה)
 מינהל התכנון	רן דרסלר (אגף בכיר לתכנון ארצי)
 Bird Life Europe	Ariel Brunner (מנהל תחום מדיניות)
 Nature & Biodiversity Conservation Union	Catherina Schlueter (מומחית בתחום הגנת העופות)
 Kronos	מיקי מלכה (מנכ"ל)
 Renewables Grid Initiative	Deni Bellamy (רכזת אנרגיה ימית וטבע) Liam Innis (מנהל תחום מערכות אקולוגיות ואנרגיה)
 Fii Haa Engineering	Akos Haramia (מנכ"ל)
	עמי לזר (ממונה תשתיות מחוזיים) ליאל אלישע (ממונה תשתיות מחוזיים) שחר ישכרוב (ממונה תשתיות מחוזיים)
	אסף מירוז (יועץ אקולוגי עצמאי) דונית רותם (אקולוג שטחים) אורי נווה (סגן מנהל חטיבת מדע) הלל זוסמן (יועץ חיצוני)
	אלון רוטשילד (מנהל תחום המגוון הביולוגי) יואב פרלמן (מנהל מרכז הצפרות)
	נטע כאנר (אגף תכנון פיזי) אריאל פרינס (אגף תכנון פיזי)
	רון אייפר (מנהל חטיבת אנרגיות מקיימות)
	פנינה קפלן (ממונה תכנון סביבתי)
	רחל לוטן (מנהלת מגזר תכנון סטטוטורי וסביבה) דפנה שחורי (מנהלת סביבתית במחלקת סביבה)
	גיל יהודה (מנהל מגזר ניהול מערכת) פבל קולבקוב (פיתוח מערכת המסירה)
	הרצל פרידמן (מנהל אגף הנדסת רשת) ארז שליפר (חטיבת מחלק במ"מ רשת)
	מיכל אלרואי (אקולוגיה, אסדרה סביבתית) שביט טולדו (אגף תכנון הנדסי)
	Manon Quetstroey (מנהלת פרויקט אנרגיה וטבע)

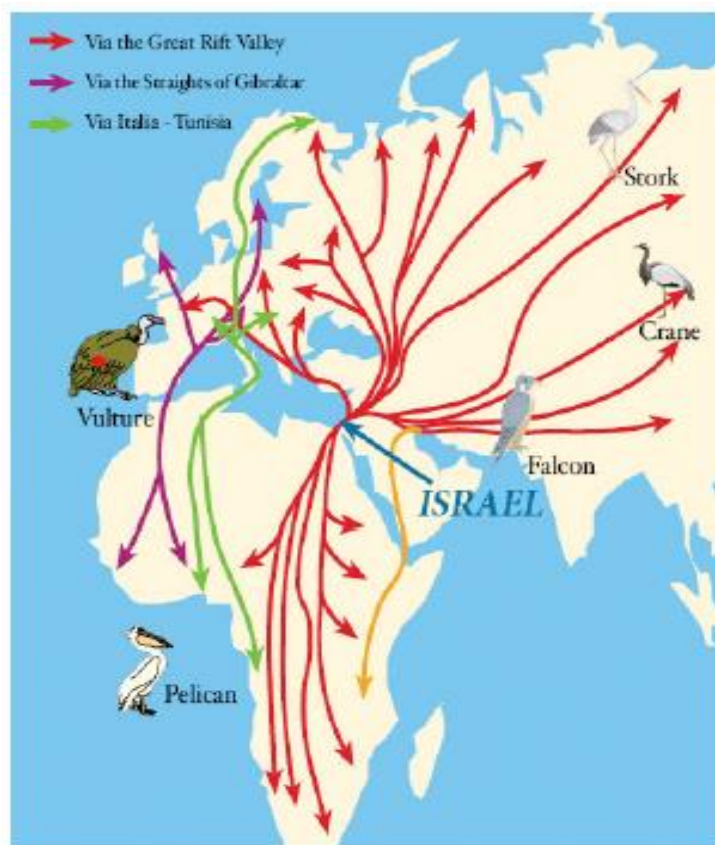
באופן עקרוני, ניתן לחלק את ההשפעות הסביבתיות של רשת החשמל העילית ל-3 רבדים עיקריים



*מיקוד העבודה העיקרי עוסק ברובו בצמצום הפגיעה בבעלי כנף ובמערכות האקולוגיות. עם זאת, במסגרת ההסתכלות על רשת החשמל המתוכננת ייבחנו פתרונות אשר מאפשרים בחלק ניכר מהמקרים גם את צמצום הפגיעה הנופית של קווי המתח המתוכננים

לפירוט בנוגע לפגיעה הנגרמת מרשת החשמל למרקם האקולוגי, לנוף ולשטח וכן בנוגע לפתרונות אפשריים ויזמות שקודמו בהקשר זה, ראה/י נספחים בשקפים 104-112

מדוע הפרויקט חשוב? ישראל היא ציר נדידה מרכזי עם מאות מיליוני עופות שחוצים את המדינה פעמיים בשנה



מפה סכימתית של צירי נדידת ציפורים סביב אגן הים התיכון,
Labinger, Z. and O. Skutelsky. 2004

ישראל נחשבת ל-Hotspot עולמי מבחינת מגוון ביולוגי

- ישראל היא אחת מכ-25 נקודות Hotspot בעלות חשיבות עליונה לשימור על מגוון ביולוגי (כלל הנקודות מהוות רק כ-2% מהשטח היבשתי הגלובאלי)* ובמקום ה-3 מכל מדינות אירופה וצפון אפריקה ברמת הרגישות מבחינת רשת החשמל והשפעתה השלילית על בעלי הכנף
- במחקרים מוקדמים נמצא כי 500 מיליון עופות המשתייכים לכ-280 מינים חוצים את ישראל פעמיים בשנה, כאשר בלילות נרשמה צפיפות של עד 40,000 עופות לק"מ בלילה בודד
- בעשורים האחרונים תועדה ירידה משמעותית בגודל האוכלוסיות הנוזדות** וקיימים נתונים שטרם פורסמו המראים ירידה דרמטית בהיקפי העופות החולפים בישראל כתוצאה מהשפעות אנטרופוגניות שונות (לרבות התחשמלויות והתנגשויות)***

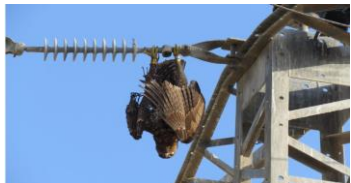
בשל חשיבותה של ישראל כמוקד קינון וציר נדידה לבעלי כנף, קיימת חשיבות עליונה בביצוע פעולות לשימור המגוון הביולוגי של בעלי הכנף ואף מחויבות לכך

מחויבות ישראל לשימור המגוון הביולוגי נובעת גם מחתימתה על 2 אמנות סביבתיות בינלאומיות והסכם לשמירה על עופות



האמנות הבינלאומיות וחוק הגנים הלאומיים מהווים מסגרת נורמטיבית למזעור הפגיעה בבעלי הכנף ובמגוון הביולוגי, החל גם על רשת החשמל ופיתוחה

אחד מהגורמים המשמעותיים ביותר לפגיעה בבעלי הכנף הוא רשת החשמל



התחשמלות, צילום: שחר כפיר

בעשור האחרון תועדו בישראל מעל ל-1,100 מקרי מוות של בעלי כנף (שחלקם משתייכים למינים המצויים בסכנת הכחדה חמורה) כתוצאה מהתחשמלות שנגרמה מרשת החשמל*



התנגשות, צילום: דותן יושע



צילום: אלון רוטשליד

הערכות ראשוניות מצביעות על כך שככל הנראה ישנן עשרות אלפי התנגשויות של בעלי כנף בקווי מתח בישראל בכל שנה

ע"י קידום רשת חשמל ירוקה בישראל ניתן יהיה לצמצם באופן משמעותי את הפגיעה בבעלי הכנף בנוסף לצמצום הפגיעה של הרשת באלמנטים אקולוגיים וסביבתיים נוספים (כגון נוף, בתי גידול ייחודיים ועוד)

*מקור: מודל גאוגרפי למיפוי אזורי רגישות להתחשמלות עופות, אלי חביב ואסף מירוז

במסגרת העבודה סקרנו את האתגר של רשת החשמל ושמירת הטבע, הצגנו מקרי בוחן מהעולם למהלכים אפשריים וקיימנו שיח משותף בין הגורמים השונים לצורך קבלת התייחסויות וגיבוש המלצות וצעדים ליישום



בעשור הנוכחי צפויה האצה משמעותית בפיתוח רשת החשמל בישראל בשל הגידול בביקושים והאצת כניסת האנרגיות המתחדשות



התנגשות שקנאי בקו מתח**



התחשמלות עיט ניצי שגרמה לשריפה*

רשת קווי המתח מביאה לפגיעות וסיכונים אקולוגיים משמעותיים (ובפרט התחשמלויות והתנגשויות בעלי חיים); פיתוח הרשת העתידי המשתקף כיום בתכניות צפוי אף להחריף את הסיכונים הסביבתיים



מסקירה בינ"ל נראה כי קיימות פרקטיקות שונות שישראל יכולה לאמץ במטרה להביא לצמצום הפגיעות והסיכונים הסביבתיים מרשת החשמל



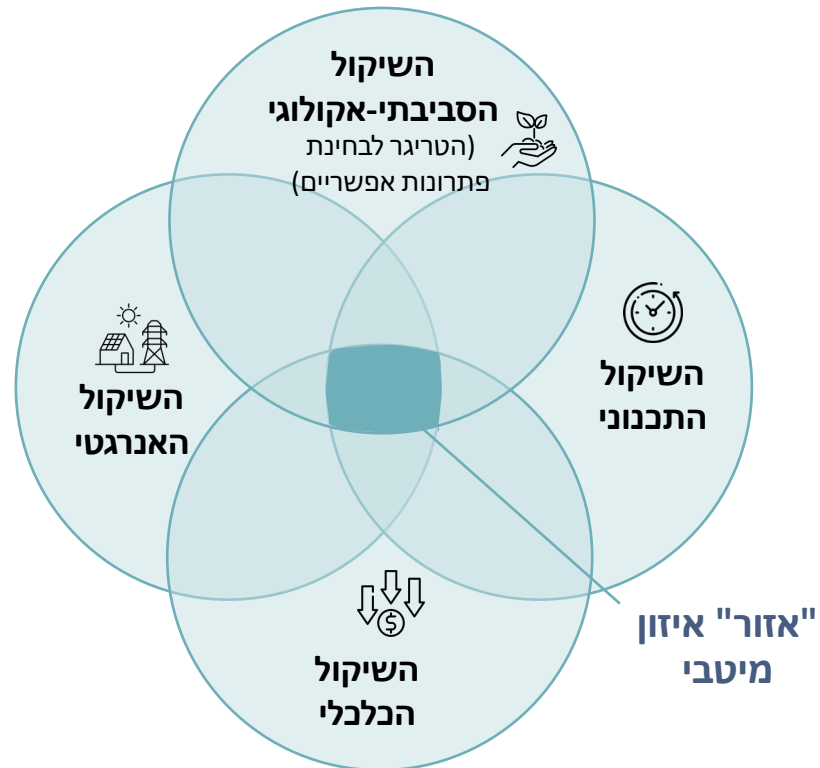
על אף שמתקיימות יוזמות נקודתיות שונות בישראל, טרם גובשה אסטרטגיה סדורה העוסקת בנושא



בעבודה זו נציג המלצות וצעדים ברורים לצמצום הפגיעות והסיכונים האקולוגיים מרשת החשמל, בהתאם לשיח משותף שבוצע עם בעלי העניין השונים***

כגישה כללית, הצעדים המוצעים שואפים לאזן בין ארבעה שיקולים מרכזיים

במסגרת גיבוש כיווני הפעולה השונים בעבודה זו, נלקחו בחשבון 4 שיקולים עיקריים:



השיקול הסביבתי\האקולוגי – הפגיעה בטבע בדגש על בעלי הכנף, היקפה וחומרתה



"האתגר"
ששואפים
לפתור

השיקול האנרגטי – הבטחת אמינות אספקה ועמידה ביעדי אנרגיות מתחדשות של משרד האנרגיה



השיקול התכנוני – היקף האתגרים התכנוניים והתפעוליים, ישימות ומשך זמן פיתוח



שיקולים
מרכזיים
נוספים
בבחינת
כיווני
פעולה
שונים

השיקול הכלכלי – עלויות יישום הפתרונות (כולל עלויות עקיפות) אל מול התועלות הכלכליות הטמונות בהם והשפעתם על תעריף החשמל לצרכן/ העלויות ליצרנים/ תקציב המדינה



ברמה הסביבתית, קיימים סדרי עדיפות עקרוניים לטיפול בהשפעות הסביבתיות של הרשת

צמצום הפגיעה
בנוף ובשטח?^{**}



צמצום הפגיעה
במרקם האקולוגי?



מניעת הפגיעה
בבעלי כנף?



"סדרי עדיפות" סביבתיים

ייתור קווי רשת חדשים



אם לא אפשרי

הטמנת קווי רשת*



אם לא אפשרי

התוויה מחוץ לאזורי הרגישות והטמעת
אמצעים לצמצום הפגיעה בבעלי הכנף



מניעה

רמת הפגיעה
הסביבתית

צמצום

עדיין לעיתים יש צורך
בפריצת דרך להקמה



פוטנציאל הרס
בתי הגידול נותר



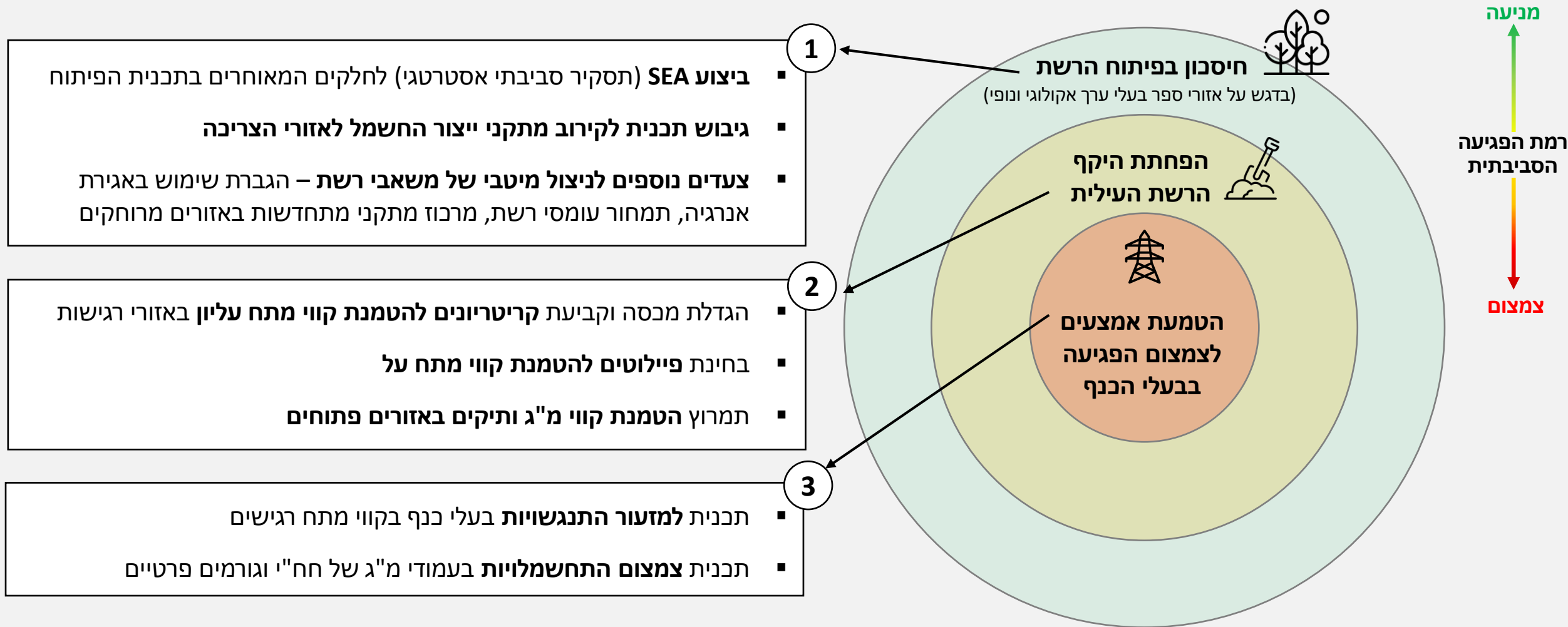
צמצום בלבד



פוטנציאל הרס
בתי הגידול נותר



התכנית המוצעת כוללת 3 רבדים מרכזיים, אשר מתכתבים עם סדר העדיפות הסביבתי



*היכן שהדבר לא מהווה פגיעה מוגברת בסביבה (בהיבטי הידרולוגיה, גאומורפולוגיה ועוד)

- רקע ואג'נדה
- **מהלכים מוצעים**
- סיכום והתייחסויות
- נספחים למצגת מלאה

- רקע ואג'נדה
- מהלכים
- חיסכון בפיתוח הרשת
 - ביצוע תסקיר אסטרטגי סביבתי (SEA)
 - קירוב ייצור למרכזי צריכה
 - פתרונות נוספים (אגירה, תמחור עומסי רשת ומירכוז מתקנים)
- צמצום פגיעה בבעלי כנף
 - השוואת מצב קיים מול סקירה גלובלית
 - הפחתת היקף הרשת העילית
 - הטמעת אמצעים לצמצום הפגיעה בבעלי הכנף
- סיכום והתייחסויות
- נספחים

בעשור הנוכחי צפויה האצה משמעותית בפיתוח משק החשמל הישראלי לאור שתי מגמות עיקריות

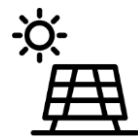
קיימים 2 גורמים מרכזיים להתפתחות משק החשמל וכן לפיתוח הרשת המתוכנן:

1
המשך גידול משמעותי
בהיקפי הביקוש



- המשך גידול אוכלוסייה
- כניסת רכבים חשמליים
- מגמות חשמול בתעשייה

2
יעדי ממשלה:
הגדלת ייצור החשמל
באנרגיות המתחדשות

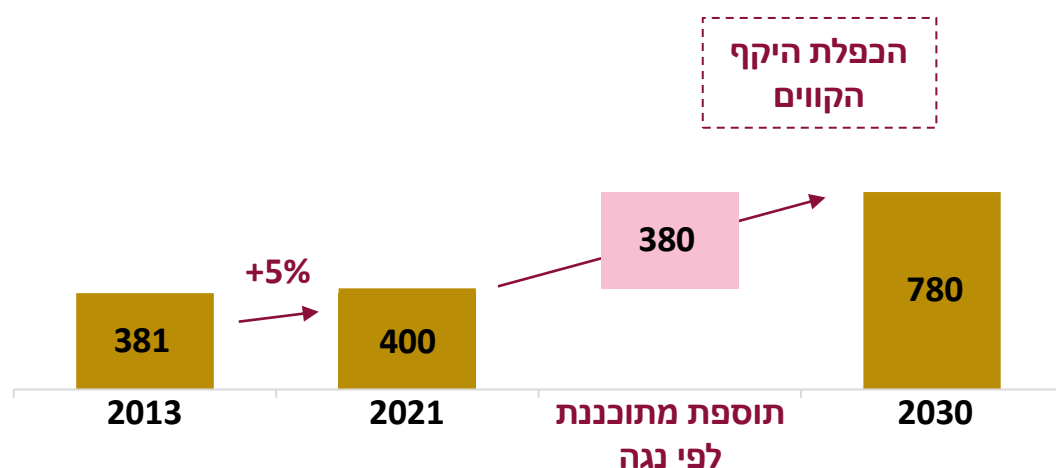


שנה	% ייצור במתחדשות
2025	20%
2030	30%

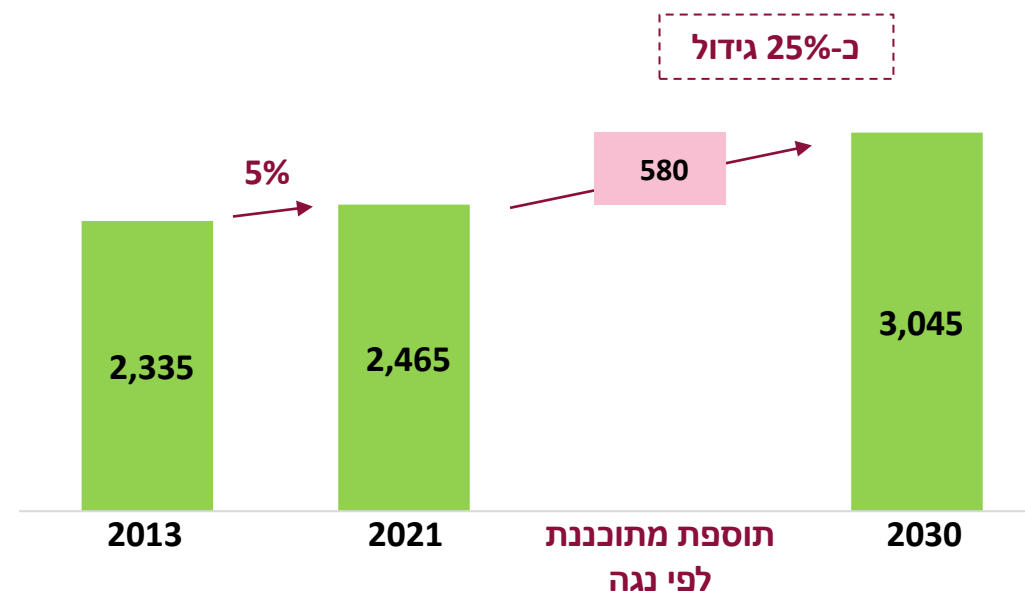
תכניות נגה מצביעות על תוספת נדרשת של כ-1,000 ק"מ קווי הולכה כדי לעמוד ביעדי המתחדשות עד 2030

רשת ההולכה – מצב קיים ותכנית מנהל המערכת, 2013-2030 (ק"מ)*

קווי 400 ק"ו



קווי 161 ק"ו



תכניות הפיתוח של מנהל המערכת דורשות הכפלה של קווי מתח העל ותוספת של כ-25% בקווי המתח העליון

פיתוח רשת הולכה משמעותי כל כך בעל השלכות סביבתיות מקיפות, ולכן מצדיק ביצוע תסקיר אסטרטגי סביבתי (SEA)

תסקיר אסטרטגי סביבתי (SEA) נועד להוות חלק אינטגרלי בהליכי תכנון של תכניות לאומיות רחבות היקף

- SEA* הוא תהליך שיטתי להערכת ההשפעות הסביבתיות של תכניות פיתוח לאומיות, שמטרתו לבחור בחלופה המשיגה את המטרה התכנונית (או האנרגטית), עם הפגיעה המינימלית ביותר בסביבה
- ה-SEA בוחן מספר חלופות תכנוניות והשפעותיהן הסביבתיות, התייעצות עם הציבור על החלופות, וניטור השפעות התוכנית שנבחרה
- בישראל אין חובה לבצע SEA בפרויקטים לאומיים, אולם כן קיימת חובה לביצוע תסקיר השפעה על הסביבה (EIA**); עם זאת, בוצע בישראל SEA בהקשר של חיפוש והפקת נפט וגז טבעי בים שפורסם בשנת 2016***
- בשני העשורים האחרונים מדינות שונות ביצעו תסקיר אסטרטגי סביבתי (SEA) כחלק מפיתוח רשת, במסגרתו הוטמעו שיקולים ומגבלות סביבתיים

ביצוע SEA בהקשר של פיתוח רשת מקובל במדינות אחרות, אולם בישראל פיתוח הרשת עד כה כלל רק תסקיר השפעה על הסביבה ברמת הפרויקט הספציפי

ה-SEA נבדל מתסקיר סביבתי (המבוצע בישראל כחלק מפיתוח קו) מבחינת היקף הבחינה, התמשכותה לאורך ההליך ושיתוף הציבור

מטרה	SEA – תסקיר אסטרטגי סביבתי	EIA – תסקיר השפעה על הסביבה
גישה	גישה יוזמת עוד לפני הליך התכנון	גישה פסיבית – חובת ביצוע
שלב	מתחיל בשלב מוקדם, ונמשך בכל השלבים	מבוצע לאחר בחירת החלופה התכנונית
היועצות בציבור	רחבה ומובנית (לרוב שימוע בהתחלה ולפני פרסום סופי)	מצומצמת
גוף מבצע	רשויות/חברת ניהול הרשת – לרוב בשיתוף פעולה	הגורם שמבצע את הפרויקט (לעיתים יזם פרטי)
חלופות	מחייב לבחון גם את חלופת האפס (המצב הקיים) ומספר חלופות נוספות	מתייחס רק לחלופה שנבחרה וכיצד ניתן למזער את הפגיעה הסביבתית הספציפית

ההבדל המהותי בין המצב הקיים (בחינה סביבתית ברמת הקו) לבין ביצוע SEA הוא שאין בחינה "מלמעלה" של תכנית הפיתוח, הכוללת חלופות שונות ששייגו את אותה המטרה מבחינת כניסת מתחדשות, אך במינימום האפשרי של השפעה סביבתית

בשני העשורים האחרונים מדינות שונות החלו להטמיע שיקולים ומגבלות סביבתיים כחלק מתכנון פרויקטים לאומיים (כמו פיתוח רשת), בין היתר באמצעות ביצוע תסקיר אסטרטגי סביבתי (SEA)

גם לפי מסמך המתודולוגיה ליישום הוראות הסכם ה-AEWA עליו ישראל חתומה, יש לבצע SEA כחלק מתכנית פיתוח רשת לאומית: ****

Step 1: Develop and support strategic long term planning of nationwide electricity grid networks, including putting low to medium voltage power lines below ground. Apply appropriate Strategic Environmental Assessment (SEA) procedures for decisions on the need of power lines on a national scale and apply similar appropriate Environmental Impact Assessments (EIA) procedures on the construction of a power line once it has been decided that such a power line is needed. Aspects of the risk for bird collision and electrocution should be integrated into the EA procedures.



- פיתוח תכנית אסטרטגית ארוכת טווח לתכנון הרשת, עם עדיפות להטמנת קווי מ"ג
- ביצוע SEA עבור החלטות ביחס לפיתוח רשת ברמה הלאומית
- ביצוע תסקיר סביבתי ביחס לכל קו פרטני

תסקיר אסטרטגי סביבתי (SEA) נועד להוות חלק אינטגרלי בהליכי תכנון של תכניות לאומיות רחבות היקף

- SEA* הוא תהליך שיטתי להערכת ההשפעות הסביבתיות של תוכניות לאומיות
- ה-SEA כולל הכנת דו"ח סביבתי בו מוצגות מספר חלופות תכנוניות והשפעותיהן הסביבתיות, התייעצות עם הציבור על החלופות, וניטור השפעות התוכנית שנבחרה
- בישראל אין חובה לבצע SEA בפרויקטים לאומיים, אולם כן קיימת חובה לביצוע תסקיר השפעה על הסביבה (EIA**); עם זאת, בוצע בישראל SEA בהקשר של חיפוש והפקת נפט וגז טבעי בים שפורסם בשנת 2016***

התסקיר האסטרטגי הסביבתי נהוג ככלי מסייע לתהליכי תכנון, המביא באופן מרוכז את נקודת המבט הסביבתית

דוגמאות נבחרות

מדינות בהן ביצעו SEA לתכניות לפיתוח רשת החשמל לפי המתודולוגיה המומלצת:

ספרד: הרשויות וחברת ניהול הרשת ביצעו SEA כחלק מתכנית לפיתוח רשת ההולכה לשנים 2021-2026



איטליה: בהתאם לחוק, חברת ניהול הרשת מבצעת SEA כחלק מהתכנית לפיתוח רשת ההולכה משנת 2006



גרמניה: ביצוע SEA ביחס לפיתוח רשת ההולכה לפי חוק



דרום אפריקה: בשנת 2019 פורסם SEA שהוכן על ידי גורמים ממשלתיים בנוגע לתכנית להרחבת מסדרונות רשת החשמל





בספרד לדוגמה, בוצע תהליך SEA כחלק מהתכנית של חברת ניהול הרשת לפיתוח הרשת בשנים 2021-2026

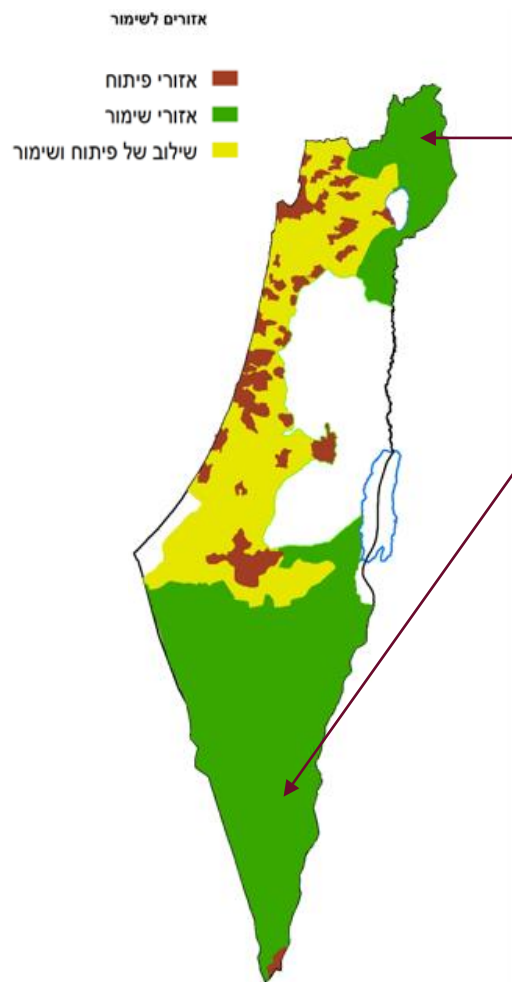
ברמה התהליכית, ה-SEA מתנהל מתחילת גיבוש תכנית פיתוח הרשת, וכולל שיתוף רחב של בעלי העניין ובחינת חלופות פיתוח שונות:



ה-TSO בספרד ביצע הליך SEA מקיף כחלק מתכנון הרשת וקביעת מיקום מתקני ייצור חדשים

- לספרד יעד משמעותי של 74% ייצור ממתחדשות בשנת 2030
- כחלק מתכנית פיתוח הרשת עד שנת 2026 שגובשה על ידי חברת ניהול הרשת בספרד (Red Elctrica) ומשרדי הממשלה, בוצע תהליך SEA מקיף*
- ה-SEA מהווה הליך מקביל לחוק משנת 2013 שמחייב ביצוע הערכות סביבתיות ביחס לפרויקטים בעלי השפעה משמעותית על הסביבה
- לפי התכנית, רק כ-13% מההספק התוספתי של מתחדשות עד 2026 יהיה באזורים שיחייבו פיתוח רשת הולכה חדשה

אנו ממליצים על ביצוע SEA לחלקים המאוחרים של תכנית הפיתוח כדי להביא לניצול מיטבי של רשת החשמל ופיתוחה באופן יעיל וממוקד, תוך מזעור ההשלכות הסביבתיות השליליות



מוצע לבחון ביצוע SEA לחלקים "המאוחרים" בתכנית הפיתוח **בדגש על אזורי השימור***, כך שקידום הפרויקטים המוקדמים לא יעוכב ובמקביל ניתן יהיה להגיע להבנה בין בעלי העניין השונים בדבר נחיצות פרויקטי הרשת המתוכננים והאפשרות לייתרם



במסגרת ה-SEA, אנו מציעים לבחון קידום של מהלכים אשר יוכלו פוטנציאלית להביא לחיסכון בהיקף פיתוח הרשת, בדגש על אזורי שימור:



- 1 קירוב מתקני הייצור לאזורי צריכה
- 2 שימוש באגירה ככלי לניהול עומסים וצמצום צרכי הרשת
- 3 תמחור רשת באופן שיצמצם את העומסים ומשכך יפחית את הצורך בפיתוח
- 4 מרכז מתקנים ע"י יצירת סט עקרונות תכנוניים ותמרוץ הקמת מתקנים בעלי הספק גבוה ברשת ההולכה הקיימת

* דותן רותם, רשות הטבע והגנים; המפה מתבססת על תכלול בין שטחים פתוחים שלא צפוי בהם פיתוח עירוני, אזורים בעייתיים מבחינת פגיעה בעופות (נוכחות של עופות דורסים רבים), הפרעת אדם מעטה ואזורים הנחשבים "ארץ בראשית" (דרום הארץ)

- רקע ואג'נדה

- מהלכים

- **חיסכון בפיתוח הרשת**

- ביצוע תסקיר אסטרטגי סביבתי (SEA)

- **קירוב ייצור למרכזי צריכה**

- פתרונות נוספים (אגירה, תמחור עומסי רשת ומירכוז מתקנים)

- הפחתת היקף הרשת העילית

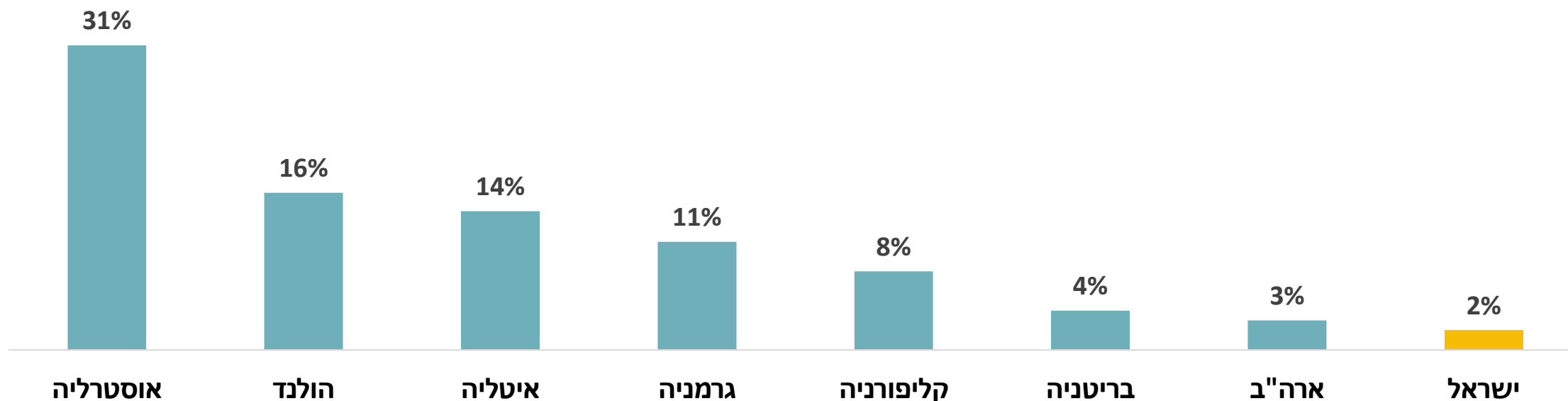
- הטמעת אמצעים לצמצום הפגיעה בבעלי הכסף

- סיכום והתייחסויות

- נספחים

לייצור PV גגות יתרון סביבתי מובהק, מכיוון שמאפשר בחלק ניכר של המקרים חיסכון בפיתוח מהותי של הרשת, אולם בישראל שיעור ההתקנות נמוך מאוד בהשוואה בינלאומית

% התקנות פאנלים סולאריים על גגות בקרב משקי בית (2020)*



שיעור ההתקנות בישראל נמוך יחסית, למרות שעות השמש הרבות שמאפשרות ייצור בהיקפים גבוהים יותר, היתרון הסביבתי והיקף שטחים פתוחים מועט באופן יחסי

*השוואת % התקנות ה-PV בקרב משקי בית בבתי בני 1-2 קומות נכון לסוף 2020. מקורות: ישראל – נתוני רשות החשמל להתקנות, נתוני החברה להגנת הטבע ביחס לכמות הבתים בני 1-2 קומות. מקור להערכות בינלאומיות: <https://www.powermag.com/a-global-look-at-residential-solar-adoption-rates/>, בוצעו התאמות לאיטליה בהתאם לנתונים פומביים אחרים שנמצאו.

המחקר הבינלאומי מצביע על ערוצים שונים בהם הרגולטור יכול לפעול כדי להאיץ את קצב ההתקנות של PV גגות בטווח זמן יחסית קצר

עקרונות המפתח להגברת היקף ההתקנות של PV גגות:*

מדיניות ויעדים: גיבוש מדיניות ויעדים ברורים לחדירה של PV בייצור עצמי או בקרבה לאזורי צריכה – הצבת יעדים ברורים לפי ניתוח פוטנציאל אזורי מול חסמים



מוקד הדיון

תמריצים כלכליים: לא להסתפק רק בתעריפים מועדפים עבור הזרמה לרשת, אלא לפתח תמריצים נוספים להוזלת עלויות ההתקנה ו/או המימון; בנוסף, לתת מענה לקשיי המימון של המעמד הסוציו-אקונומי הנמוך



חוב התקנת PV גגות: פרקטיקה חדשה יחסית שהחלה במקומות מסוימים, ולרוב חלה על מבנים חדשים מסוג מסוים או באזור מסוים



הגברת מודעות ואמצעים נוספים: הגברת מודעות דרך קמפיינים, הכשרת מתקינים להבטחת היצע ופישוט הליכי אדמיניסטרציה ורישוי



בשקפים הבאים נדון בדוגמאות נבחרות מהעולם ליישום הצעדים להגברת התקנות PV גגות (בדגש על הסקטור הביתי)



דוגמאות נבחרות מהעולם

ספרד – בסוף 2021 ממשלת ספרד אישרה את ה-"Road Map for Self Consumption", תכנית מקיפה שכללה 30 צעדים לקידום צריכה עצמית 

התכנית כללה ניתוח ופתרונות בהתאם לניתוח ביקוש, היצע וחסמים במרחב האורבני לפי סוגי לקוחות, שיקולי כדאיות להתקנה מול מחירי החשמל, חסמי מידע ונגישות, חסמים מבחינת הסכמת דיירים בבתים משותפים ועוד; כמו כן הוצבו יעדים לצריכה עצמית עד 2030

סין – משרד האנרגיה הציב יעד של התקנת PV על 20% מהגגות ב-25 מחוזות פריפריאליים 

אוסטריה – הממשלה התחייבה להתקנה של PV על מליון גגות לצורך תוספת ייצור של 11 TWh מ-PV עד 2030 



העקרון המנחה

הצבת יעד שאפתני לקצב התקנות PV גגות ו/או גיבוש תכנית ברורה להאצת התקנות, על בסיס הערכת פוטנציאל מול חסמים, שיתוף פעולה של הגורמים המעורבים ומימון

בישראל אין יעד קונקרטי לצריכה עצמית, ורק לאחרונה מופה הפוטנציאל באופן חלקי*

מדינות שונות מכירות בחשיבות של PV גגות ככלי מרכזי לכניסת מתחדשות תוך קירוב ייצור למקורות צריכה, ובנוסף גיבשו תכניות ברורות להאצת ההתקנות ולהסרת החסמים כבר בשנים הקרובות

* מפת הדרכים לאנרגיות מתחדשות בשנת 2030 שפורסמה על ידי משרד האנרגיה במאי 2022, שדיברה על יעד לבחינת תמריצים להקמת מערכות סולאריות באזורי הביקוש כבר בשנת 2022 וכללה אמירה כללית על הצורך בהעלאת שיעורי ההתקנות בגוש דן ובירושלים בשנים 2022-2025 כדי להימנע מהצורך להוליך חשמל מהדרום לאזורי ביקוש גבוה



גיבוש תמריצים מגוונים הנותנים מענה הן ליצירת כלכליות והן לקשיי מימון למעמד סוציו-אקונומי נמוך

דוגמאות נבחרות מהעולם

אוסטרליה – מערכת תמריצית מפותחת מאוד:



- מתן הלוואות בתנאים נוחים ללא ריבית
- פטור מאגרות על בחינת תקינות מערכת
- מימון מלא להתקנה למעמד סוציו-אקונומי נמוך והנחות על עלות ההתקנה ליתר האוכלוסיה

ארה"ב –



- ברמה הפדרלית, לכל האוכלוסיה הוגדלה לאחרונה הטבת המס (ITC) על עלויות רכישה והתקנה של מערכת PV ל-30%, וכן ניתנים תנאי מימון בריבית נמוכה יחסית וקבועה
- משקי בית ממעמד סוציו-אקונומי נמוך מהווים 42% משטח ה-PV גגות הפוטנציאלי, אולם רק כ-15% מהגגות המותקנים. על כן מדינות שונות נקטו בצעדים משלימים:**
- התקנה בחינם למעמד סוציו-אקונומי נמוך (ווישינגטון DC)
- תעריפי חשמל מוגדלים עבור משפחות עם הכנסה נמוכה (קליפורניה)



העקרון המנחה

לצד מנגנוני Feed-in Tariff (תעריף מובטח וגבוה ממחיר השוק), **מדינות שונות פועלות בעוד שני מישורים:**

1 סיוע גורף בעלויות ההתקנה/מימון

- הטבות עבור עלויות רכישת המתקן וההתקנה (מס/סובסידיות)
- הטבות מימוניות (ריבית קבועה ונמוכה)

2 הטבות יתר וסיוע לשכבות סוציו אקונומיות נמוכות

עלויות ההתקנה אל מול החזר ההשקעה הנמוך יחסית מנקודת מבט של רוב משקי הבית, מצריך מענה תמריצי שאינו מוגבל רק לתעריף החשמל

* אוסטרליה – במדינת NSW (שליש מהאוכלוסיה) ניתנות הלוואות ללא ריבית וכן מערכות והתקנה בחינם למעמד סוציו-אקונומי נמוך, במדינת ויקטוריה (26% מהאוכלוסיה) גם ניתנות הלוואות ללא ריבית ומענק תלוי-הכנסה על התקנה (עד \$ 1,400 אוסטרלי)
 ** מגזין Forbes, Energy – סקר שנערך בקרב משקי בית בארה"ב, 2022 ומיפה את הגורמים המרכזיים להימנעות מהתקשרות בעסקת PV גגות, בראשם שיקולי עלות ראשונית (45% מהמשיבים)



מדינות מסוימות אף החלו לחייב התקנה של PV על גגות מבנים חדשים מסוג מסוים או באזורים מסוימים

דוגמאות נבחרות מהעולם

-  **צרפת** – בסוף 2022 אישר הפרלמנט לחייב התקנת PV בקירוי חניונים ציבוריים (בשטח מעל 1,500 מ"ר)
-  **גרמניה** – חוקי חוקים במספר מחוזות המחייבים התקנת PV על גגות בניינים חדשים/בניינים בשיפוץ, ובחלק מהמחוזות גם על חניות חדשות
-  **יפן** – תחייב התקנת PV על גגות בתים/בניינים חדשים החל משנת 2025, באזורים מסוימים (דוגמת אזור טוקיו)
-  **האיחוד האירופאי** – כחלק מתכנית ה-REPowerEU, שנועדה להתמודד עם משבר הגז ולסיים את התלות בגז הרוסי עד 2027, הודיעה הנציבות לפני מספר חודשים כי בכוונתה לחייב התקנת PV על גגות מבנים חדשים (ציבוריים, מסחריים וביתיים). עם זאת, ככל הנראה תדרש רגולציה/חקיקה במדינות עצמן ליישום



העקרון המנחה

מדינות שונות החלו לחייב התקנת PV גגות במבנים חדשים (לרוב לא באופן מיידי), לרבות האיחוד האירופי שהצהיר על כוונותיו לחייב התקנה על כל הבניינים החדשים

בישראל התקיימו גם דיונים לגבי חובה להתקנת PV בבניינים חדשים ומשרד האנרגיה המליץ לחייב התקנה בבנייה קיימת וחדשה, אך היוזמה עדיין לא קודמה בחקיקה*

מדינות שונות לא מסתפקות ביעדים או תכניות להאצת התקנות PV גגות, אלא מחייבות התקנה – נושא שעלה לדיון בישראל אך טרם הבשיל באופן מעשי

* בניגוד למשל לחיוב התקנת דודי השמש אותו המדינה חייבה כבר לפני עשורים



לבסוף, יש לפעול באופן אקטיבי לפתח מודעות ציבורית (באמצעות קמפיינים למשל), ולוודא כי יש היצע מספק בשוק ההתקנות ולקיים הכשרות במידת הצורך

דוגמאות נבחרות מהעולם



צילום שלט חוצות של הקמפיין

אוסטרליה (מחוז ויקטוריה) – ארגון ממשלתי בשם Solar Victoria מוביל תכנית שמטרתה לעודד התקנה של PV בתים



בשנת 2018, ממשלת ויקטוריה הכריזה על תכנית החזרי תשלום שנועדה להפוך את התקנת ה-PV לכדאית יותר עבור משקי בית מהמעמד בינוני, בעקבותיה Solar Victoria יצאה בקמפיין מוצלח (בשלטי חוצות ובאינטרנט), שהביא להתקנת PV ב-30,000 בתים תוך ארבעה שבועות

כמו כן, החברה מכשירה בחינם חשמלאים ומהנדסי חשמל להתקין ולתכנן גגות סולאריים

ארה"ב – קמפיין "Summer of Solar" של מחלקת האנרגיה, להעלאת המודעות ביחס ליתרונות שבהתקנת PV ביתי עם פרסום סיפורים של אמריקאים שהתקינו PV על הגג שלהם



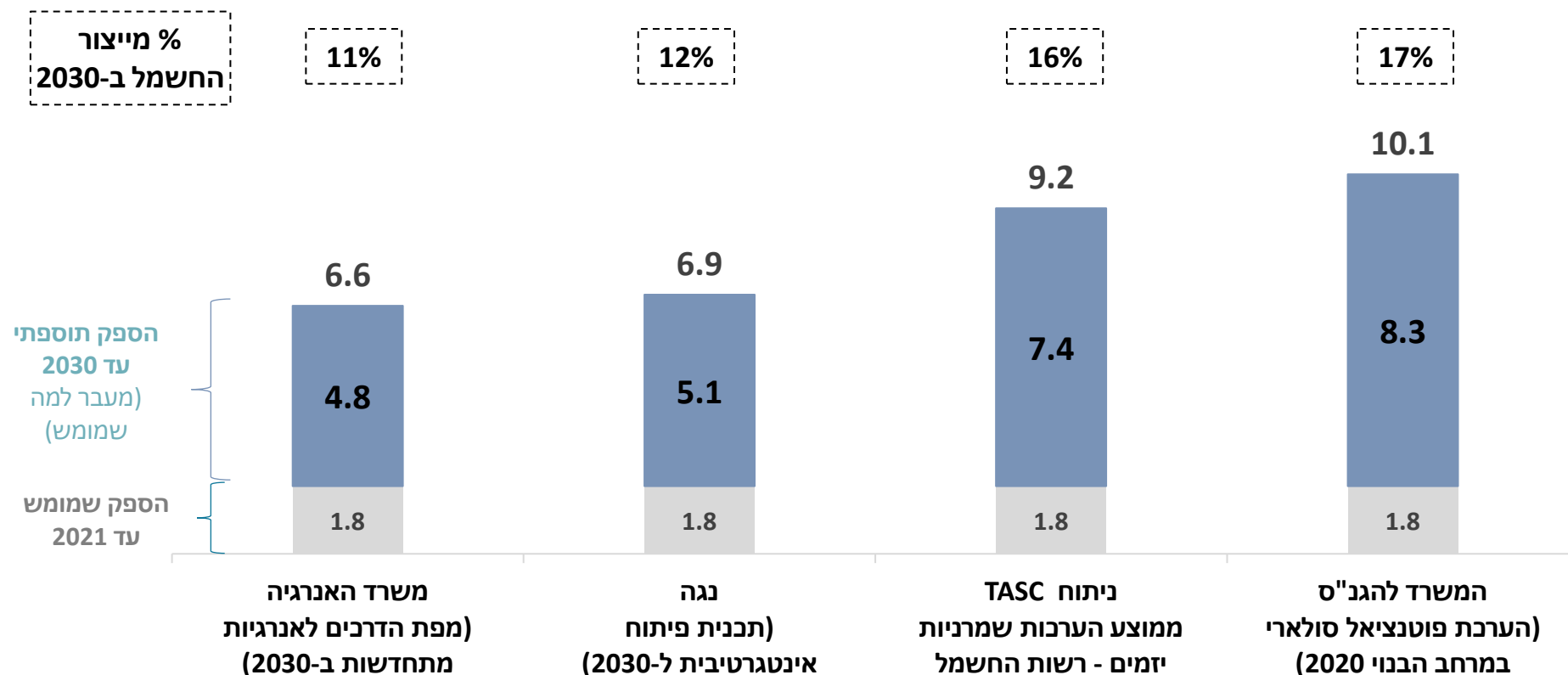
העקרון המנחה

- העלאת מודעות הציבור ליתרונות שבהתקנת PV גגות
- "לייצר שוק" היכן שצריך מבחינת ההיצע – להכשיר חברות התקנה
- לפשט הליכי רישוי ואדמיניסטרציה
- בישראל** פערי מידע ובעיקר מודעות ביחס להליך וכדאיותו הנובעים מחוסר הנגשה משמעותית*

ישנן דוגמאות לכך שהדיסוננס בין פערי המידע המשמעותיים ליתרונות הכלכליים מייצרים קמפיינים מוצלחים שמביאים לתוצאות מבחינת מספרי התקנות תוך פרק זמן קצר

בישראל, ישנו פוטנציאל משמעותי לייצור מ-PV גגות עד 2030, שנה בין 4.8-8.3 GW

הערכות שונות ביחס לפוטנציאל הייצור הסולארי על גגות בלבד עד שנת 2030
(ב-GW, ללא שטחי דו שימוש נוספים)*

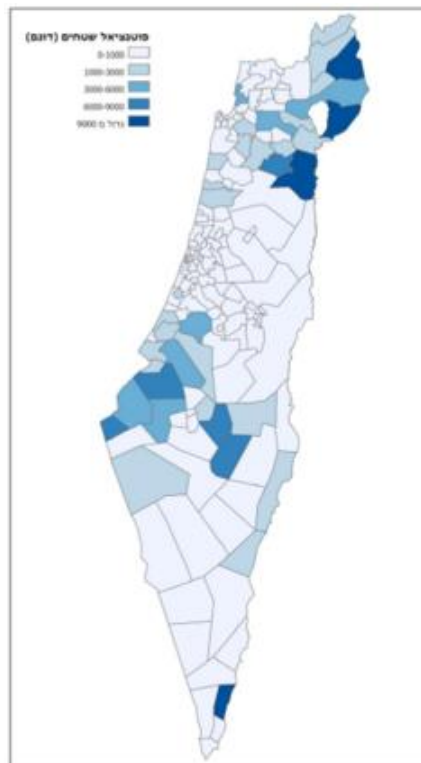


קיים פער של עד כ-3.5 GW בין הערכות הפוטנציאל השונות; מימוש בפועל של פוטנציאל הגגות ושטחי דו-שימוש נוספים עשוי להפחית מהותית את הצורך בפיתוח רשת תוספתית לקראת סוף העשור

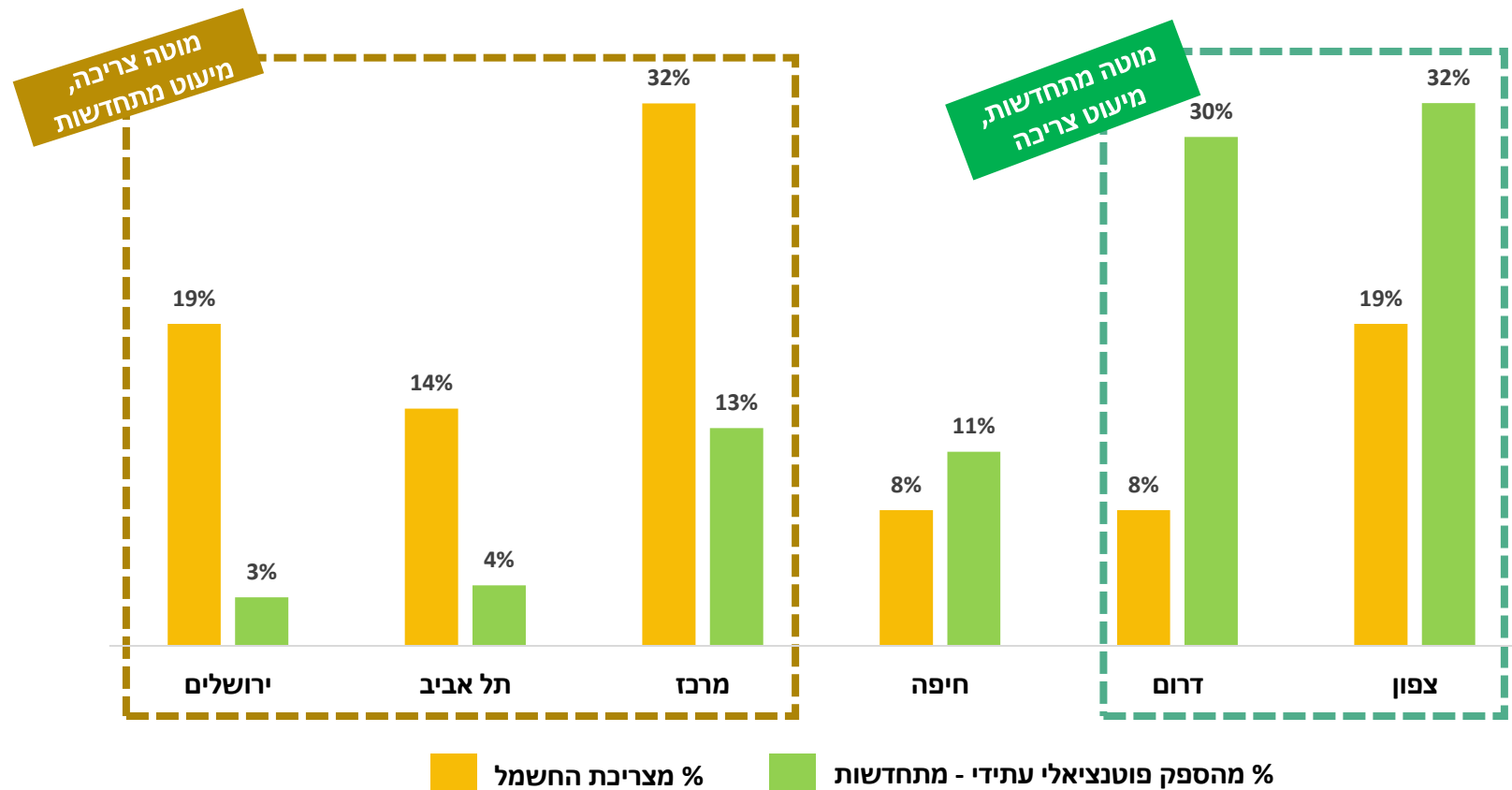
*מקור הנתונים והנחות מרכזיות: הספק שמומש: נגה – תכנית פיתוח אינטגרטיבית ל-2030; משרד האנרגיה – לפי הנחות מימוש בסבירות גבוהה ונמוכה בטיטות מפת דרכים לאנרגיות מתחדשות בשנת 2030; נגה – תכנית פיתוח אינטגרטיבית, לפי חישוב שטחים (מקדם המרה דונם ל-MW: 10); ניתוח TASC – קובץ פוטנציאל שטחים אוגוסט 2020 (מקדם המרה דונם ל-MW: 8.3), נתוני שיעור ניצול הגג והערכת מימוש חושבו לפי ממוצע הערכות היזמים השמרניות (חלף חישוב לפי הערכת היזם השמרנית ביותר שערכה רשות החשמל); המשרד להגנ"ס – הערכת פוטנציאל הייצור הסולארי במרחב הבנוי בישראל, ינואר '20 (מקדם המרה דונם ל-GW: 10).

לפי נתוני משרד האנרגיה, נגה ורשות החשמל, קיימת אי-הלימה משמעותית בין אזורי צריכת החשמל לבין פוטנציאל הייצור הסולארי העתידי

מפת פוטנציאל שטחים לייצור
באנרגיות מתחדשות**

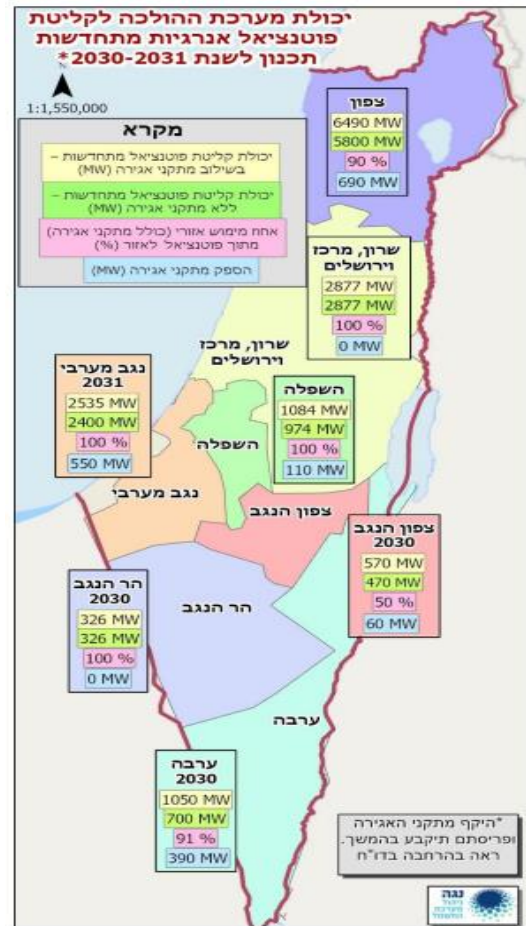


פילוח המחוזות הגאוגרפיים ע"פ חלקם בצריכת החשמל וחלקם בהספק הפוטנציאלי העתידי של אנרגיות מתחדשות*

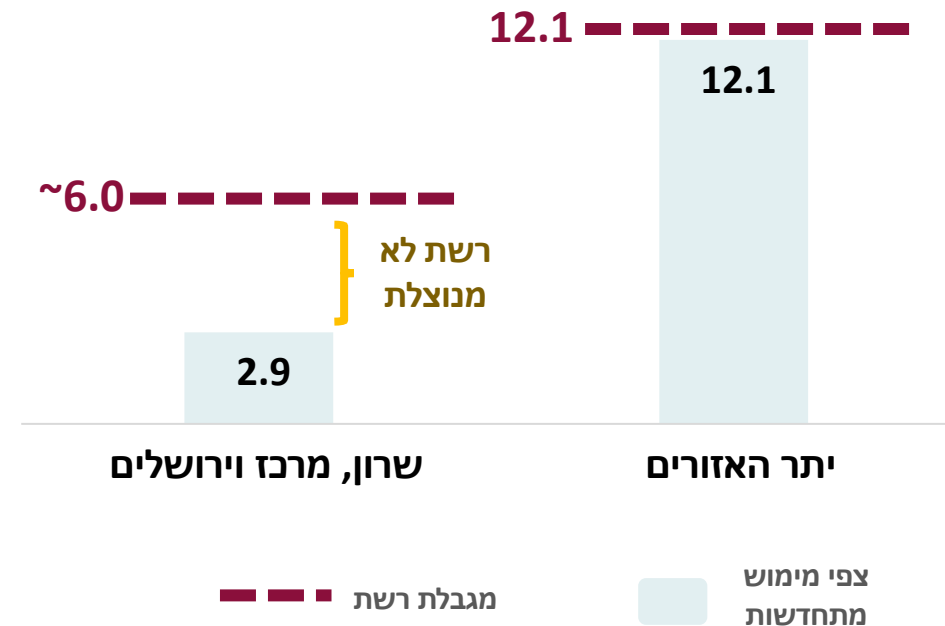


לפי נתוני נגה ומשרד האנרגיה, מרבית פוטנציאל ה-PV העתידי בישראל נמצא באזורים המרוחקים מאזורי הצריכה המרכזיים

בהסתכלות על 2030, תכנית הפיתוח של נגה מניחה כי תנוצל רק ממחצית הרשת בארץ, עקב מימוש מוגבל של אנרגיות מתחדשות באזורים אלה



תחזית מימוש פוטנציאל אנרגיות מתחדשות מול פוטנציאל הרשת לפי אזור, 2030 (GW)*



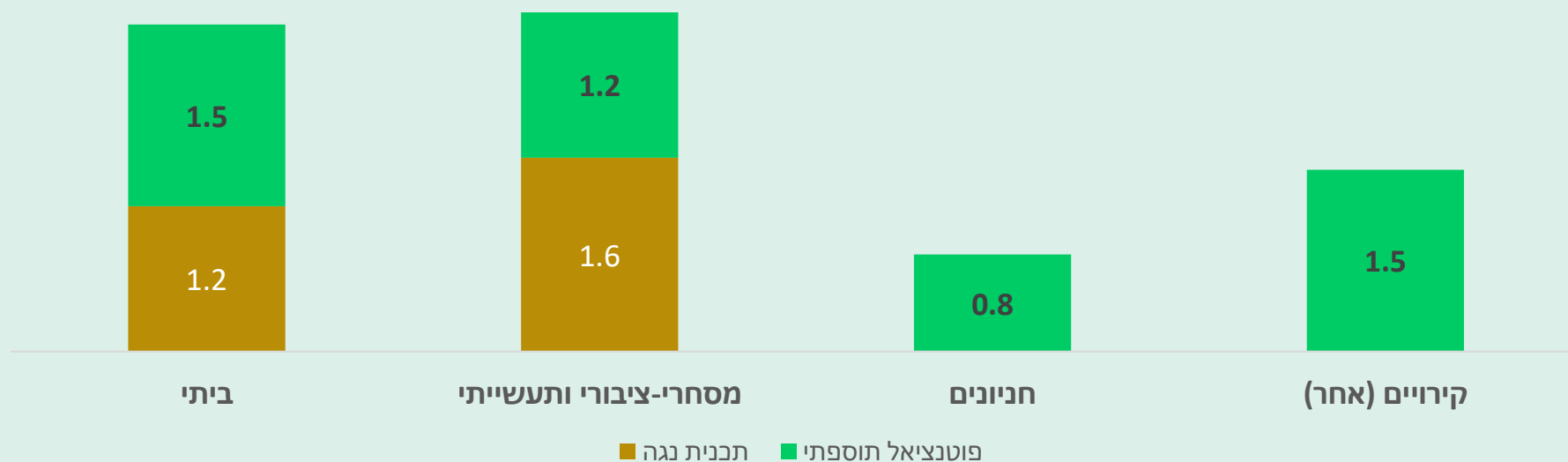
באופן תאורטי, ניצול מיטבי יכול להביא לתוספת ייצור של לפחות 3 GW נוספים שככל הנראה יוכלו להפחית פרויקטי רשת לפריפריה הנדרשים לעמידה ביעד 30%-ב-2030

*הניתוחים בהתבסס על אגרגציית נתונים מדו"חות רשות החשמל, מנהל המערכת, וחברת החשמל – תפ"ט (אגף תכנון, פיתוח וטכנולוגיה), 2020-2021; יצוין, כי קיימת אי התאמה מסוימת בין היקף התוספת הפוטנציאלית לבין כניסת ייצור ממתחדשות על פי מנהל המערכת לעומת נתוני משרד האנרגיה (התכנון התוספתי של מנהל המערכת הינו כ-15 GW, בעוד שנדרשים רק כ-14 GW בשביל עמידה ביעד). כמו כן, ייתכן ופוטנציאל הרשת באזורי השרון, מרכז וירושלים אף גבוה משמעותית ככל והצריכה תהא עצמית ולא תעבור ברשת ההולכה

להערכתנו, קיים פוטנציאל שטחים תוספתיים באזור המרכז של כ-5 GW בגגות, חניונים וקירויים (מעבר לשטחים שנלקחו בתכניות נגה) אשר דורשים בחינה של כלכליות הקמתם

להערכתנו, מעבר לנתוני מנהל המערכת של פוטנציאל קליטת מתחדשות של ~2.8 GW באזור המרכז, ישנו פוטנציאל נוסף של שטחי דו שימוש בהיקף של ~5 GW באזור המרכז

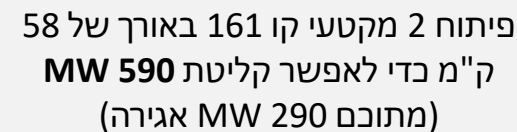
הערכת פוטנציאל פיתוח נוסף באזור המרכז עד 2030, MW**



לפי הערכת מנהל המערכת, יש פוטנציאל של כ-5.1 GW ב-PV גגות עד 2030*, 2.8 GW ממנו באזור המרכז

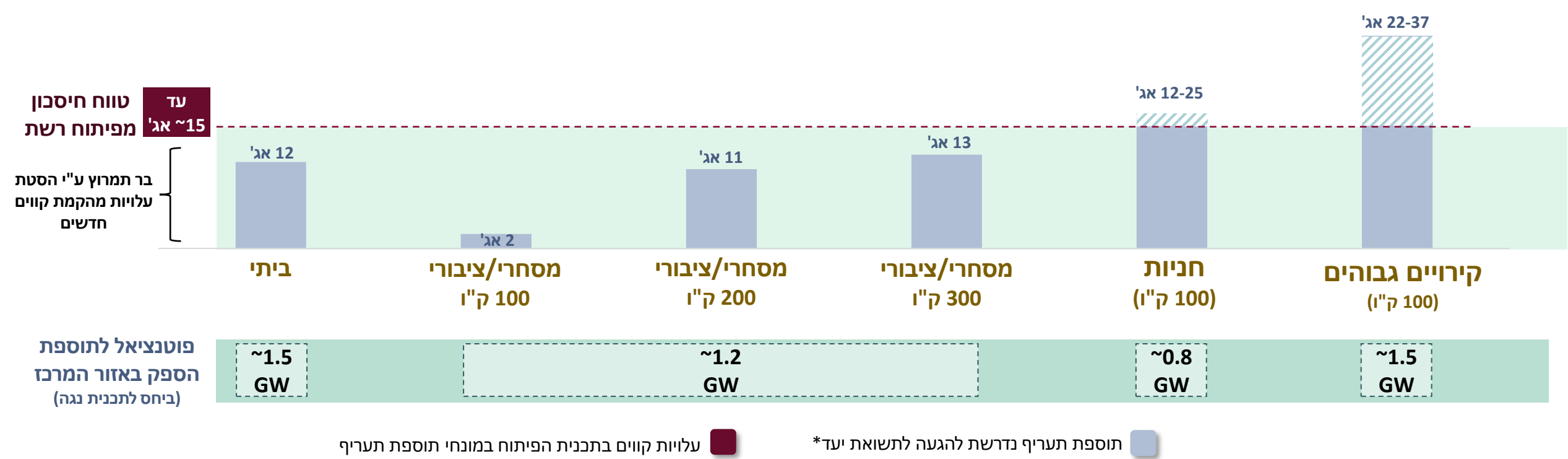
- הערכת מנהל המערכת התבססה על התחשיב השמרני של רשות החשמל ביחס לשימוש גגות פנויים בתוספת פקטור של 150%
- לא בוצעו תרחישי רגישות לבחינת חלופות כלכליות וסביבתיות ביחס לדו-שימוש במרכז וכן לא נלקח בחשבון פוטנציאל ייתור רשת
- כמו כן, לא נלקח בחשבון כל פוטנציאל הדו-שימוש, דוגמת חניונים וקירויים

מימוש פוטנציאל נוסף בגגות ובקירויים, מסתכם לפוטנציאל של כ-4 GW נוספים בגגות ובדו-שימוש (חניונים וקירויים) באזור המרכז עד 2030



בחינה ממוקדת של רמת התמרוץ הנדרשת בסוגי המתקנים השונים, למול רמת התעריף הניתנת להסטה מהשקעות בקווים חדשים, מצביעה על תמרוץ יעיל לפוטנציאל במתקנים המסחריים הגדולים וכן בסגמנט הביתי

הערכת התעריף התוספתי (אג' לקוט"ש) הנדרש לצורך להאצת מימוש הפוטנציאל בסוגי המתקנים השונים



הסטת העלויות הנדרשות להקמת קווים באזורים המרוחקים (דוגמת חיספין) אל תמרוץ תעריפי של מתקני PV באזורי ביקוש, יכולה להביא למימוש הפוטנציאל התוספתי במתקנים המסחריים הגדולים ובסגמנט הביתי

חיוב התקנת PV גגות – כצעד תומך נוסף אנו ממליצים לשקול חיוב התקנת PV עבור סקטורים בהם רמת הכדאיות הכלכלית גבוהה, בדגש על בניה חדשה

לסיכום, אנו ממליצים לבחון חיוב התקנת PV, בדגש על הסקטור הציבורי ועל בניה חדשה:

			
ביתי	מסחרי	ציבורי	
בשלב זה, מיקוד בתמרוץ דרך תעריף	בשלב זה, מיקוד בתמרוץ דרך תעריף	לפעול בהתאם להחלטת ממשלה לחייב התקנה במוסדות חינוך; לחייב עיריות לצאת למכרזי PV	בנייה קיימת
לשקול לחייב בחינה של הקמת PV כחלק מהליכי התכנון (בדגש על צמודי קרקע)	לפעול לפי החלטת הממשלה ולחייב התקנות על גגות מעל 250 מ"ר	לחייב התקנה בכל המבנים החדשים	בנייה חדשה

בישראל היו החלטות ממשלה והצהרות בנוגע לחיוב התקנה על גגות של סקטורים מסוימים – אולם מאמצים אלו לא הבשילו לחובה קונקרטית

- במקומות שונים בעולם ניכרת תחילתה של מגמה לחייב התקנת PV גגות ודו/שימוש בסקטורים מסוימים, בדגש על בניה חדשה – פרקטיקה שלא קיימת בישראל, למרות תמיכה יחסית רחבה בכך
- ישנה הבנה שיש צורך בחיוב התקנה בכדי לעמוד ביעדי המתחדשות, שקיבלה ביטוי גם בהחלטות ממשלה, אולם טרם קודם מהלך בחקיקה/תקנות
- בהחלטת ממשלה 208 מאוגוסט 2021 נקבעו עקרונות לחיוב התקנה על מבנים מסוימים, שלא הבשילו לחובה קונקרטית (ואף נדחו בחלקם בחוק ההסדרים):
 - חובת התקנה על כל מבנה חדש עם שטח גג העולה על 250 מ"ר
 - חובת התקנה של מתקן PV של לפחות 15 ק"ו על גגות מוסדות חינוך עם שטח בניה העולה על 1,000 מ"ר משנת 2023
- גם משרד האנרגיה המליץ לשים דגש על קידום ייצור אנרגיה במרכז הארץ בשנים הקרובות, ולחייב התקנת PV גם בבנייה קיימת וגם בבנייה חדשה

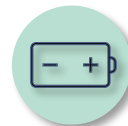
קירוב ייצור למוקדי צריכה – סיכום המלצות וצעדים

אחריות 	עלות ומימון 	המלצות מרכזיות	ציר
משרד האנרגיה	לא מהותי	- בחינת פוטנציאל ה-PV באזורי צריכה והשפעת תרחישי מימוש שונים על היקף פיתוח הרשת הנדרש (בשלבים המאוחרים של תכנית הפיתוח) - קביעת יעדים ברורים למימוש הפוטנציאל באזורי המרכז	1 קביעת יעדים ותכנית סדורה להגברת ייצור PV במוקדי צריכה
רשות החשמל	תעריף החשמל – הסטת עלויות פיתוח רשת להגברת תמרוץ PV	- תמרוץ פרויקטים באזורי ביקוש באופן דיפרנציאלי וקביעת המסגרת התקציבית בהתאם לחיסכון פוטנציאלי בפרויקטי רשת רגישים סביבתית - מתן תוספת דיפרנציאלית ל-PV באזורי ביקוש (בדגש על מתקנים מסחריים גדולים, מתקנים ביתיים וחניונים באופן סלקטיבי); בביתי – לבחון סיוע על בסיס סוציאקונומי	2 תמרוץ כלכלי יעיל ודיפרנציאלי לפי סוג מתקנים
משרד האנרגיה	לא מהותי, מבוסס על תעריפי רשות החשמל	- סקטור ציבורי: יישום החלטות ממשלה וחיוב PV במבני ציבור חדשים, מוסדות חינוך ודרישה מרשויות ליציאה למכרזים מוניציפליים - סקטור מסחרי: לחייב התקנות בבניה חדשה, בניה קיימת – תמרוץ באמצעות תעריפים - ביתי: לבחון קריטריוני תכנון ביחס לבניה חדשה	3 חיוב התקנה על גגות בסקטורים/ אזורים מסוימים
רשות החשמל	קמפיין – מוערך מיליוני ש"ח	יש להעלות את מודעות הציבור (משקי בית) ביחס לכדאיות ההתקנה ולאפשרויות מימון (בישראל ובעולם המודעות הציבורית נמצאה כמהווה חסם משמעותי)	4 העלאת מודעות ציבורית

- רקע ואג'נדה
- מהלכים
- **חיסכון בפיתוח הרשת**
 - קירוב ייצור למרכזי צריכה
 - פתרונות נוספים (אגירה, תמחור עומסי רשת ומירכוז מתקנים)
 - הפחתת היקף הרשת העילית
 - הטמעת אמצעים לצמצום הפגיעה בבעלי הכסף
- סיכום והתייחסויות
- נספחים

קיימים אמצעים נוספים שניתן לעשות בהם שימוש לצורך צמצום צרכי הפיתוח של רשת חדשה

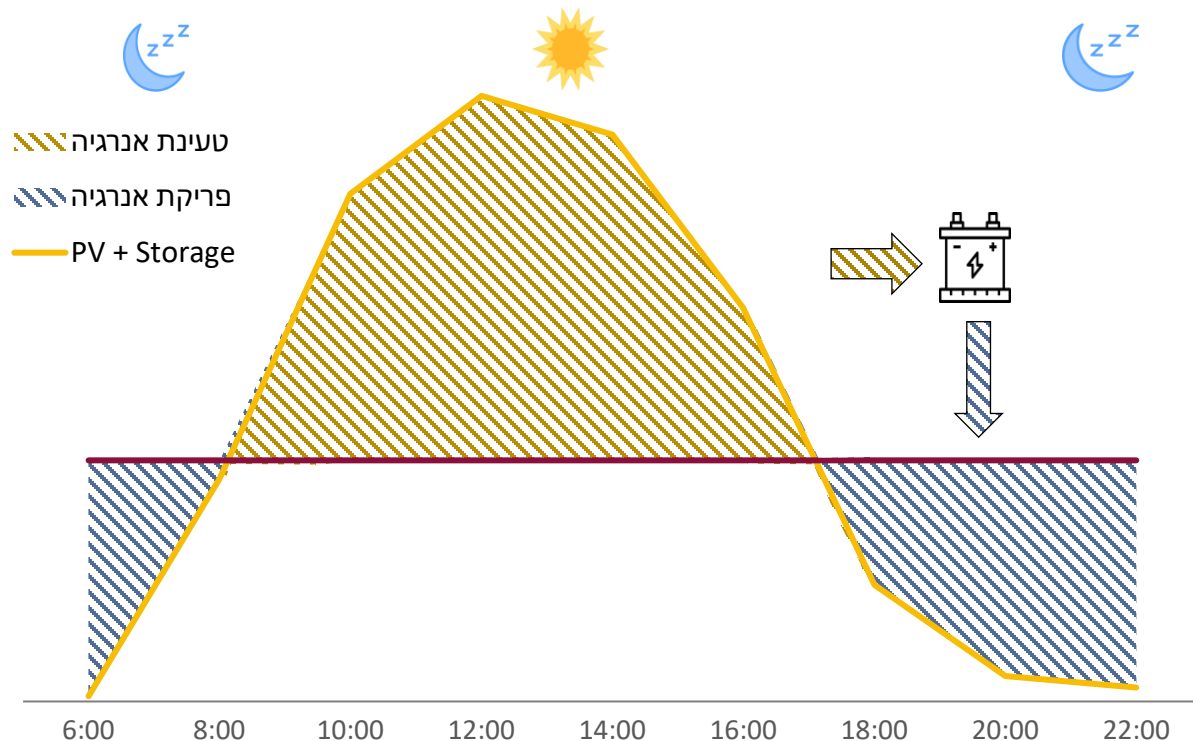
רציונאל	צעדים	אמצעי
חובת אגירה בסמוך לכל מתקן PV חדש שיוקם, תביא למרכז של מתקנים והקטנת גדלי החיבור הנדרש לרשת ברמת המתקן הבודד ולצמצום צרכי הרשת באזורים עמוסים ביחס לתכנית הבסיס של נגה; יש לקבוע אמצעים שיאפשרו לנגה לייצר וודאות ביחס לעומסי רשת צפויים (ע"י ניהול חלק ממתקני האגירה ו/או מנגנונים אחרים)	חיוב שילוב אגירה בצמוד ל-PV באזורי רשת עמוסים	 אגירה
העלאת תעריפי ההולכה בשעות העומס ו/או קביעת תעריפים מערכתיים ליצירת תמריצים להפחתת עומסים באופן שיביא לצמצום היקף הפיתוח הנדרש	שינוי מבנה תעריפי הרשת והמערכתיות לשיקוף העומסים ברשת	 תמחור עומסי רשת
הקמת מתקן גדול עדיפה על הקמת מספר מתקנים קטנים באותו הספק כולל; לכן, מוצע לקבוע סט עקרונות תכנוניים ל"מרכז" מתקנים ולקדם רגולציה מתמרצת להקמת מתקנים גדולים	מרכז תכנוני של אתרים באזורי עומס	 מרכז מתקני ייצור



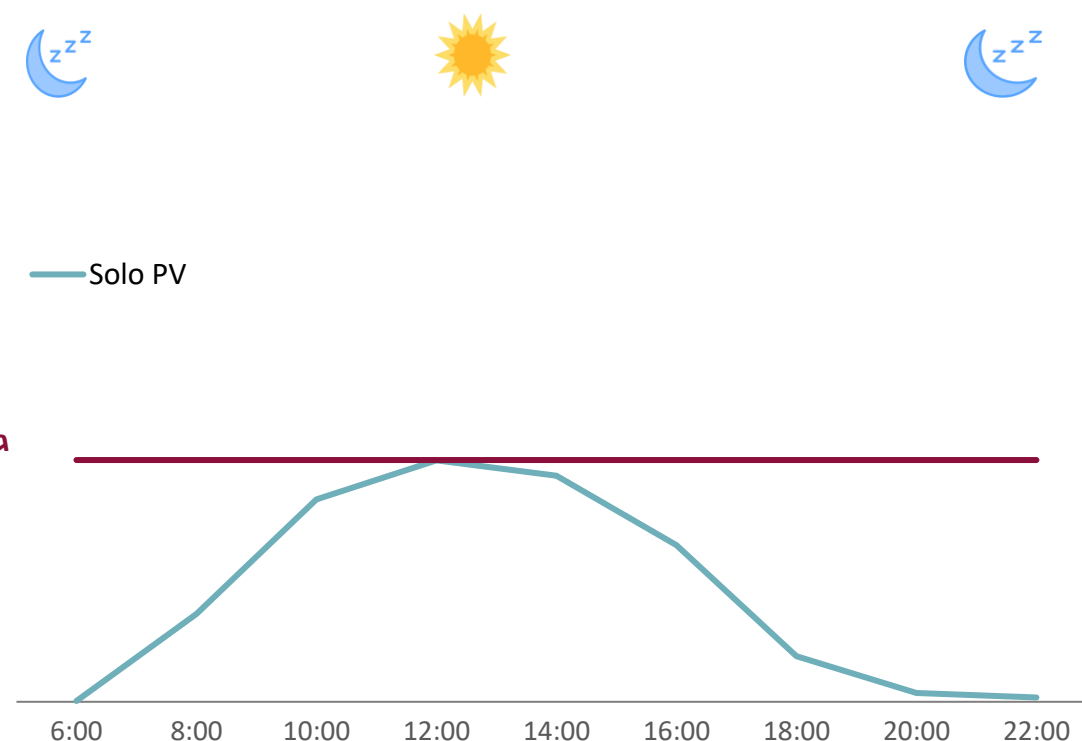
שילוב אגירה עם PV מאפשר לייצר יותר חשמל מבלי להגדיל את גודל החיבור

אילוסטרציה – אופטימיזציה של גודל החיבור הנתון באמצעות שילוב אגירה

מתקן PV משולב אגירה



מתקן PV Standalone



גודל חיבור
מקסימלי

שימוש במתקני אגירה ושילובם במתקני ייצור אנרגיות מתחדשות יפחית את הצורך בשדרוג החיבורים לרשת ואת פיתוח הרשת עצמה

הטלת חובה על כלל מתקני ה-PV החדשים לשלב אגירה צפויה להביא לחיסכון בצורך בפיתוח נרחב של רשת החשמל לצורך קליטת מתחדשות



יש היגיון בחיוב מתקני PV חדשים (מ"ג ומעלה) לשלב אגירה – הן תכנונית והן כלכלית

רמה כלכלית

מודל השוק שיחול מ-2024 מייצר כדאיות כלכלית לשילוב אגירה בצמוד ל-PV במתקני מ"ג והולכה, אולם אינו מחייב רגולטורית שילוב אגירה

רמה תכנונית ואנרגטית

לשילוב אגירה פוטנציאל משמעותי לייעל את השימוש במשאבי הרשת הקיימת, תוך צמצום הצורך ברשת חדשה (משיחותינו עם נגה ובחינת תכנית הפיתוח, נלקח בחשבון באופן חלקי בתכנית הפיתוח)

חיוב שילוב PV ואגירה במתקנים חדשים (מ"ג ומעלה) באזורים מרוחקים

- צפוי לייצר וודאות לנגה ביחס להיקפי פיתוח הרשת הנדרשים ואף להפחית/לדחות אותם (ניצול מיטבי יותר של משאבי הרשת)
- לאור הכדאיות הכלכליות ליזמים, לא יידרש מימון או סיוע מצד גופים ממשלתיים

תמחור הרשת – בישראל, ההתייחסות של תעריף החשמל לעומסי הרשת ולאזורים הגיאוגרפיים השונים לא מתמרץ יצרנים לקחת בחשבון את הזמן וההיקף של הרשת שבה הם עושים שימוש

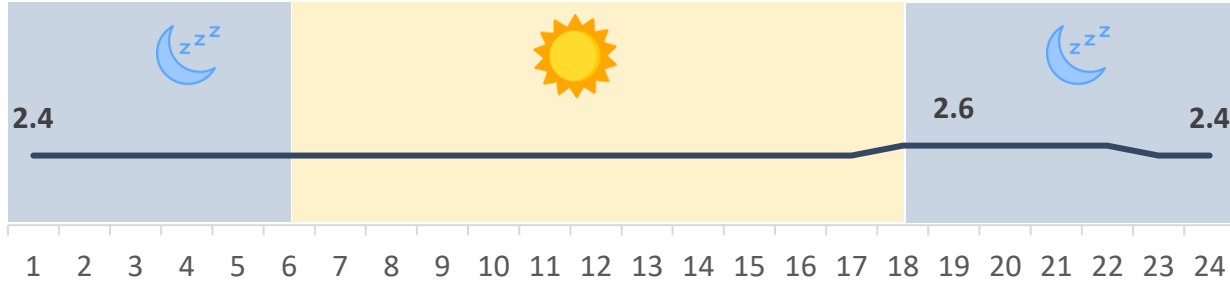


ליצרני החשמל בישראל אין אינטרס לעצור הזרמה של חשמל בזמני העומס של הרשת



בישראל כמעט ואין פער בין שעות העומס לשעות השפל ברשת, וכן התמחור שווה בין הלילה לשעות היום בהן מתקני ה-PV מייצרים חשמל

תעריף שירותי תשתית ברשתות ההולכה והחלוקה * (אג' לקוט"ש), עונות המעבר



גיבוש מנגנון תמחור רשת שיתמרץ
הפחתת עומסי רשת

הפתרון המוצע
לבחינה בישראל

המנגנון יפחית את הכדאיות הכלכלית בהזרמת אנרגיה לרשת בשעות עומס, ובכך:

- יצמצם את סיכוני הגודש ברשת בשעות הרלוונטיות
- בטווח הרחוק, יעודד יצרנים להקים מתקנים קרוב לאזורי צריכה, באופן שלא ידרוש העברת אנרגיה למרחקים משמעותיים

בקליפורניה, תעריף החשמל מתחשב גם בשעות וגם באזורי העומס של הרשת וכן מכווין את היצרנים לפעול בהתאם למגבלותיה



- קליפורניה מתאפיינת בחדירה מסיבית של ייצור חשמל מאנרגיות מתחדשות (34% נכון לסוף 2021, PV 14%)*
- כדי להתמודד הזרמת אנרגיה בלתי מנוהלת שמובילה לעומסי הרשת, גובש מנגנון שמפחית את התעריף לו זכאים היצרנים בזמני ואזורי העומס



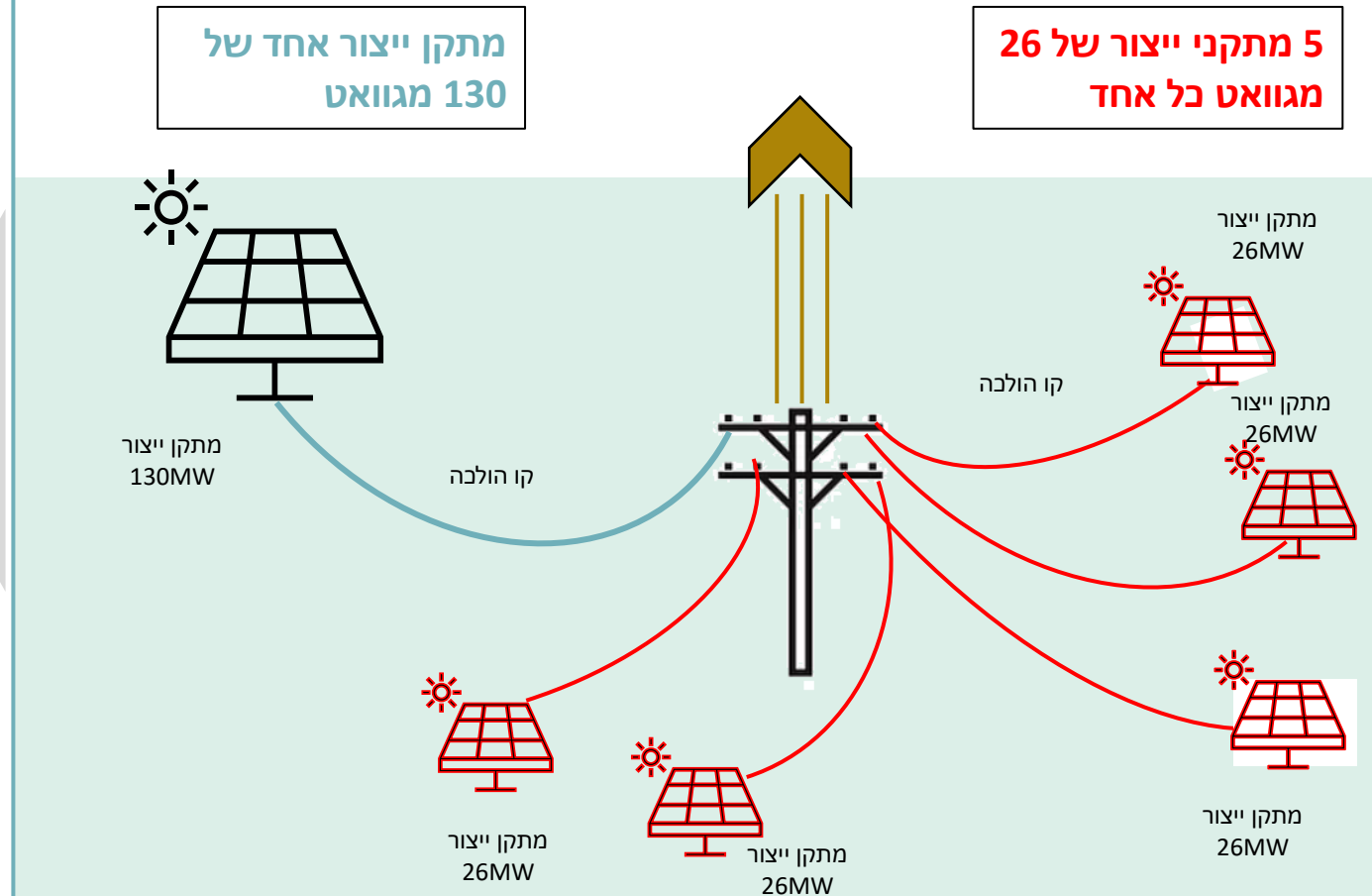
לעידוד מרכז מתקני ייצור באזורי עומס יש יתרונות רבים, ובכלל זה הוא עשוי לחסוך את הצורך בפיתוח הרשת

מוצע לקבוע סט של עקרונות רגולטורים תכנוניים וכן לקדם תמריצים ל"מרכז" מתקנים

- מוצע שמשרד האנרגיה יבחן את היכולת לייצר מסגרת שתעודד הקמת מתקנים בהספק גבוה ברשת ההולכה

- כמו-כן מוצע שתיבחן התאמת התהליכים התכנוניים, ההסדרים הקנייניים והפעולות הנדרשות מצד רשות החשמל וחברת החשמל

מבחינת שיקולי צמצום פיתוח רשת באזורים המרוחקים מאזורי הצריכה, הקמת מתקן גדול עדיפה על הקמת מספר מתקנים קטנים באותו הספק כולל



- רקע ואג'נדה

- **מהלכים**

- חיסכון בפיתוח הרשת

- קירוב ייצור למרכזי צריכה

- פתרונות נוספים (אגירה, תמחור עומסי רשת ומירכוז מתקנים)

- **הפחתת היקף הרשת העילית**

- הטמעת אמצעים לצמצום הפגיעה בבעלי הכסף

- סיכום והתייחסויות

- נספחים

הטמנת קווים באזורים רגישים סביבתית היא צעד חשוב למזעור הפגיעה בסביבה, ועל כן מוצע לקדם פרקטיקה זו בהיקפים המאזנים בין הצרכים השונים

מוצע לקדם הטמנת קווים בשלל המתחים ולהתאים את מסגרת הפעולה למגבלות המעשיות, התכנוניות והכלכליות הרלוונטיות בכל אחד מהם:

מיקוד הפרויקטים

פירוט ורציונאל

צעד מוצע

רשת חדשה

הרחבת מכסת ההטמנה והקריטריונים, כך שיוטמנו קווי 161 חדשים באזורים רגישים, תוכל לזרז את יישום תכנית הפיתוח; ייבחן איזון ביחס להשפעה הכלכלית הנגזרת על משק החשמל



קווי 161 – קביעת קריטריונים למעבר באזורים רגישים

1

רשת חדשה

גיבוש תכנית לבחינת פיילוטים נקודתיים להטמנת קווי 400 באזורים רגישים מאוד (בדומה לפרקטיקות שנעשו בעולם), והמשך פעולה בהתאם למסקנות שיעלו מהם, כאשר המטרה היא לצמצם את הפגיעה בסביבה באופן מאוזן עם הצורך האנרגטי והמגבלות הכלכליות



קווי 400 – בחינת פיילוטים נקודתיים להטמנת קווים

2

רשת קיימת

קביעת קריטריונים / הקצאת מכסה להטמנה בשטחים פתוחים ורגישים (מתוך המכסה שנקבעה לשטחים אורבנים) יכולים לתת מענה לשדרוג הרשת מחד, ולצורך הסביבתי מאידך (תוך איזון עם המגבלות התפעוליות/תכנוניות של חח"י)



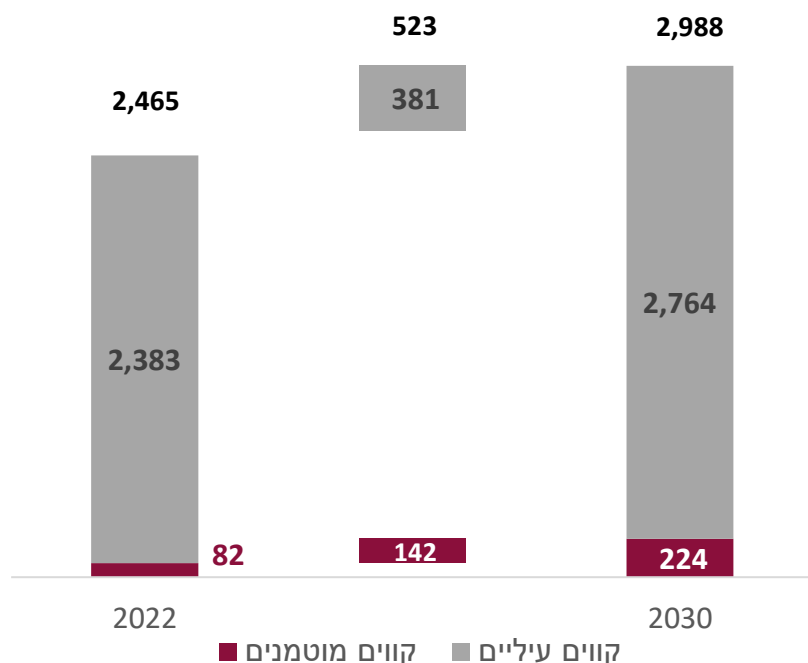
מתח גבוה – עדכון התמרוץ הכלכלי כך שיכלול גם הטמנות באזורים פתוחים

3

כיום, הרגולציה הישראלית מתפתחת לכיוון של הטמנת קווי 161 ק"ו חדשים כשמדובר באזורים בעלי ערכי טבע ייחודיים

בהתאם לקריטריונים שנקבעו, במסגרת תכנית הפיתוח הנוכחית צפויים להיטמן קרוב ל-150 ק"מ של קווי 161 דו מעגליים בלבד

אורך קווי מתח עליון מתוכננים בתכנית הפיתוח בחלוקה לקווים עיליים ומוטמנים*



במאי '22 פרסמה רשות החשמל שימוע לעניין הקריטריונים שעל פיהם היא מבקשת לפעול בבחינת הטמנת קווי מתח עליון חדשים

- **אזורי סביבה חופית** – תחום של 300 מטר מקו החוף
- **שמורות טבע מוכרזות וגנים לאומיים** (בהינתן שישנה עדיפות להטמנה לדעת חברת נגה ומוסדות התכנון)
- בנוסף, הרשות קבעה "מכסת הטמנה" בהיקף של כ-20 ק"מ בהתאם לשיקול דעת נגה וגורמי התכנון הארציים

קריטריוני ההטמנה שנקבעו אינם תואמים את הצורך האקולוגי מ-2 סיבות עיקריות:

- **היקף "מכסת ההטמנה" עלול להיות נמוך מדי** (לאור זאת שלא נבחנו כלל התוואים העתידיים לעומק) **ועל כן מוצע להרחיבו**
- **אין התייחסות קונקרטית לאזורים שזוהו כרגישים לבעלי כנף** (למשל בתי גידול לחים, הבקע הסורי אפריקאי כציר נדידה, אזורים הצמודים למקורות מזון ועוד) **וגם זאת מוצע לשנות**

מוצע להרחיב את השימוע כך שמכסת ההטמנה תורחב וכן שהוא יכלול הטמנת קווים שעוברים באזורים רגישים בדגה מסוימת ואשר עוברים ברצועה תכנונית חדשה

מעבר להרחבת מכסת ההטמנה, אנו מציעים להרחיב את קריטריוני ההטמנה של רשות החשמל באשר לקווי מתח עליון כך שיסייעו בצמצום הפגיעה של קווים אלה בבעלי הכנף

עלות הטמנת הקווים בהתאם לשינוי הקריטריונים המוצע
צפויה לייקר את תעריף החשמל הנוכחי בפחות מ-0.06%

לצורך צמצום הפגיעה של קווי המתח העליון מוצע להוסיף לקריטריוני ההטמנה של רשות החשמל גם התייחסות לאזורים הרגישים להתנגשויות

אנו סבורים כי נכון לקבוע כי מקטע יוטמן אם הוא עונה על 3 התנאים המצטברים הבאים (שיקולים אלה רלוונטיים להגנה על בעלי כנף ואין בהם כדי לייתר הטמנות משיקולים אחרים):

1. יעברו באזורי רגישות בינונית ומעלה, ומבחינה אקולוגית הטמנתם עדיפה על הקמתם ברשת עילית
2. יעברו בתוך רצועות סטטוטוריות חדשות
3. בסטאטוס טרום תכנוני

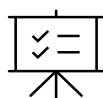
קיימים כ-90 ק"מ של מקטעי קו מתח עליון אשר עונים על הקריטריונים שלעיל*

היקף ק"מ קו עילי***	תוספת עלות הטמנה (מלש"ח)	תוספת שנתית לתעריף הביתי (במונחי אגורות לקוט"ש)***	% התייקרות תעריף החשמל הביתי בשנה ממוצעת
עד כ-50	~770	0.03	0.06%

*מקור: רשות הטבע והגנים. **לפי ניתוח ראשוני הונח כי לפחות 40% מהקווים שעונים על 3 התנאים המוזכרים יוטמנו גם כך במסגרת תכנית הפיתוח. כמו-כן הונח כי הטמנה תחייב תוואים ארוכים יותר בהיקף של כ-30% מהתוואים העיליים (מבוסס על שיחה עם נציג רשות החשמל) ועל כן הונח שתידרש הטמנה של כ-70 ק"מ (90*60%*1.3=70) ***היקף העלויות מבוסס על הערכת רשות החשמל במסמך ההיוועצות טרם קביעת עקרונות מדיניות על ידי שר\ת האנרגיה (מאי 2022) – לפי מסמך זה, עלות הקמה של קו מתח עליון עילי היא 3.5 מיליון ש"ח לק"מ, בעוד שעלויות הטמנת קו מאותו הסוג היא 14.72 מיליון ש"ח לק"מ; חישוב פריסה לצורך חזר תעריפי: לפי תשואה משוקללת ריאלית (הון עצמי זר של 4.2%); עלות תוספתית לקוט"ש – מבוסס על הנחת צריכה ממוצעת בשנות ההחזר של 120 TWH ~ (היקפי צריכה ב-21: 67 TWH, שיעור גידול שנתי בצריכה: 2.6%, שנות החזר: 45); % עליית תעריף החשמל הביתי התבסס על תעריף החשמל הביתי לקוט"ש (אג'): 53.42 (מעודכן לינואר '23)

אין כיום התייחסות בהחלטות רשות החשמל להטמנת קווי 400 ק"ו חדשים*, זאת למרות שבחו"ל קיימות דוגמאות להטמנות של קווי מתח מסוג זה

מוצע לגבש תכנית לבחינת פיילוטים להטמנה של קווי 400



- גיבוש תכנית לבחינת פיילוטים נקודתיים להטמנת קווי 400
- יש למקד את הפיילוטים באזורים רגישים מאוד או באזורים בעלי ערכי טבע ייחודיים, זאת בדומה לפרקטיקות שנעשו בעולם
- לאחר תום הפיילוטים ואיסוף המסקנות מהם, ובכפוף להצלחתם, יש לבחון את האפשרות להטמנת קווי מתח על חדשים

בעולם קיימות דוגמאות לפרויקטים במסגרתם הוטמנו קווי מתח על בשטחים פתוחים, במיוחד באזורים בעלי ערך טבעי ייחודי



▪ פרויקט **SuedLink**: קו מוטמן של יותר מ-700 ק"מ מצפון לדרום גרמניה במתח של 525kV (extra-high voltage), צפוי להסתיים ב-2029



גרמניה

▪ **Dorest Aonb**: 8.8 ק"מ של קו מתח 400 ק"ו מוטמנים ומייתרים 22 עמודים, הפרויקט נמצא בשלבי סיום



אנגליה

▪ **Peak District National Park**: הטמנה של 2 ק"מ קוויים עיליים שמביאה להסרת 7 עמודים



ווילס

▪ **Snowdonia national park**: הטמנה של 3 ק"מ במתח על (High Voltage), הפרויקט צפוי להסתיים ב-2029



סקוטלנד

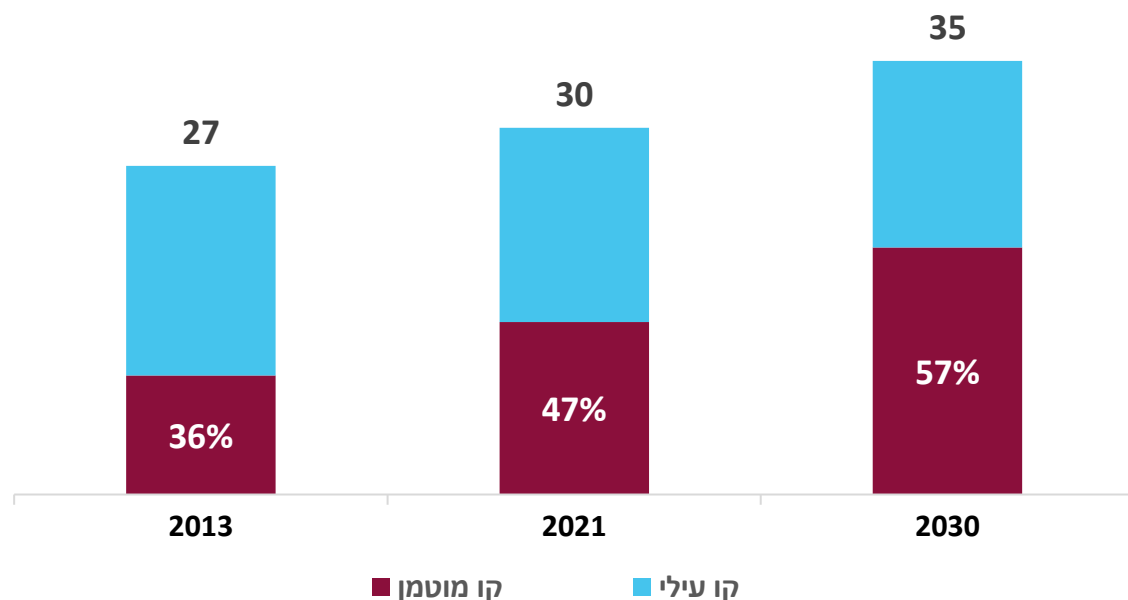
▪ **New Forest National Park**: הטמנה של 3 ק"מ קוויים עיליים ב High voltage שמייתרת 8 עמודים

ביחס לרשת המתח הגבוה החדשה, ישנה מגמת עלייה על פני שנים בהיקפי ההטמנה, כאשר כיום מרבית הרשת החדשה מוטמנת

רשת חלוקה

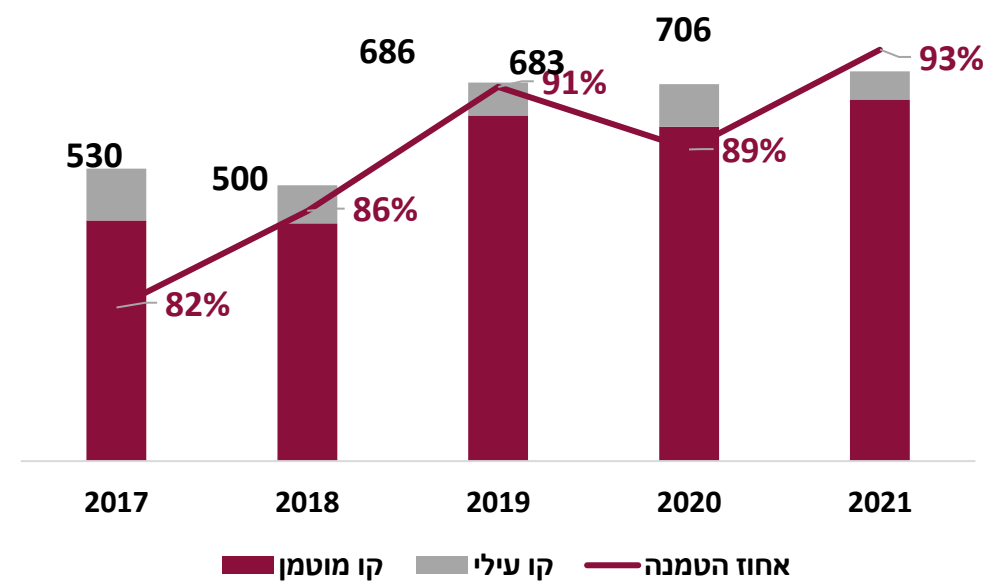
ובהתאם, נתח הקווים המוטמנים מסך הרשת צפוי להמשיך לגדול

קווי רשת החלוקה (מתח גבוה) על פני זמן, בחלוקה לקווים עיליים וקווים מוטמנים, 2013-2021 (אלפי ק"מ)*



בשנים האחרונות, מרבית קווי המתח הגבוה החדשים הינם תת-קרקעיים

תוספת שנתיית לקווי רשת החלוקה (מתח גבוה), בחלוקה לקווים עיליים וקווים מוטמנים, 2017-2021 (ק"מ)*



עפ"י חברת החשמל, כ-90% מרשת המתח הגבוה החדשה תוטמן ורק היכן שהדבר לא אפשרי יועברו קו עילי. ** על-כן, המלצותינו יתמקדו ברשת המתח הגבוה הקיימת

*מקור: דו"ח מצב משק החשמל 2021. הקווים שאינם מוטמנים כיום הם בד"כ קווים עיליים אשר עוברים חידושים. מרבית הקווים החדשים המוקמים הינם תת-קרקעיים, אלא אם קיימת טופוגרפיה אשר מקשה על הטמנה. **ראיונות עם גורמי חברת החשמל

קיימת כיום בישראל רגולציה שמתמרצת **הטמנת רשת מתח גבוה קיימת**, אולם היא מתייחסת לאזורים מבונים בלבד כך שהטמנת קווי מ"ג קיימים באזורים פתוחים אינה מתומרצת כלל

להטמנת קווי מ"ג עיליים בשטח פתוח יתרונות רבים ומשמעותיים

- **שמירה על אמינות האספקה:** מספר התקלות בקו מוטמן מהווה כ-20% בלבד ממספרן בקו עילי
- **שמירה על הסביבה:** צמצום פגיעות נופיות ואקולוגיות (לרבות בבעלי כנף)
- **הרחבת אפשרויות השימוש בקרקע:** קווים מוטמנים מאפשרים שהיית קבע ותשתיות אזרחיות בסמיכות לתוואי
- **כדאיות כלכלית לטווח ארוך במקרה של חידוש קו:** לפי מודל כלכלי שערכה רשות החשמל, העלות של הטמנת קו מתח גבוה עילי זולה בכ-900 אלף ש"ח לק"מ ביחס לאלטרנטיבה של חידוש

לכן, מוצע להשתמש במנגנון הפרס-קנס הקיים ומתוכו להקצות שיעור מסוים מחידושי הקווים לטובת קווים המצויים בשטחים רגישים אקולוגית

כזכור, במטרה להאיץ את הטמנת קווי המ"ג הקיימים בשטחים מבונים, רשות החשמל פרסמה מנגנון פרס-קנס לחח"ו**

תנאים מרכזיים להפעלת המנגנון

- רק בשטחים מבונים ועד 500 מ' מהם (לפחות 90% מהקו)
- היקף הטמנה שנתי (ק"מ): 30-325**
- היקף הפרס: כ-160 אלף ש"ח לק"מ
- יוטמנו קווים בעלי וותק של למעלה מ-30 שנה בלבד

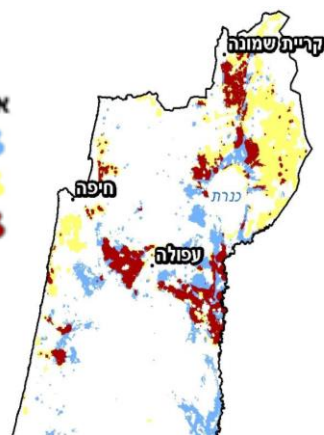
*צמצום התנגשות עופות בקווי מתח, ניתוח רגישות ארצי ומתווה לפיתרון, אסף מירוז, זאב לבינגר וליהי ברקן (נוב' 2019); עיבוד TASC לנתוני המודל המקורי בהתאם לעדכון מפת האזורים הרגישים להתנגשויות של עופות בקווי מתח (כפי שמופיע במצגת טבע BIZ); **החלטה מס' 64104 מיום 2 בנובמבר 2022 בנושא תמריצים להטמנת קווי מתח גבוה קיימים בשטח בנוי **קיים מנגנון קנס שמופעל במקרה של הטמנה בהיקף שנתי של פחות מ-15 ק"מ בשנת 2023 ו-45 ק"מ בשנת 2027. כמו-כן, גובה הפרס השנתי המקסימלי שניתן לחברה יעמוד על 60 מלש"ח (כ-375 400 ק"מ) (כתלות בהיקף המינימאלי לו חח"י מחויבת), אולם אם חח"י תטמין בשנה אחת מעל ל-70 ק"מ קווים, היא תקבל פרס נוסף בגובה של 20% מסך הפרס לו היא זכאית בכל שנה;

על ידי שימוש במנגנון הפרס-קנס הקיים לטובת קידום הטמנות של קווי מתח גבוה קיימים באזורי החפיפה הרגישים הן להתחשמלויות והן להתנגשויות ניתן יהיה להביא למיצוי אופטימלי של פתרון ההטמנה עבור הסביבה

לצורך ניצול מיטבי של החלת מנגנון הפרס-קנס גם על קווי מ"ג קיימים באזורים פתוחים מוצע להתנות את השימוש בו במספר תנאים

תנאים מרכזיים להקצאה של חלק ממנגנון הפרס-קנס הקיים להטמנת קווי מ"ג בשטחים פתוחים:

- קווים שעוברים באזורים בעלי רגישות גבוהה להתחשמלויות ו/או התנגשויות (עם עדיפות לאזורי חפיפה)
- קווים הקיימים למעלה מ-30 שנה



היקף הקווים (בק"מ) ו-% מהיקף רשת המ"ג העלית בחלוקה לאזורים רגישים להתנגשויות והתחשמלויות

התחשמלויות	התנגשויות	אזור רגישות
~600 (4%)	~890 (6%)	גבוה/ גבוה ביותר
~700 (5%)	~1,420 (10%)	גבוהה
~1,700 (12%)	~2,200 (16%)	בינונית

- בהערכה ראשונית, קיימים מאות ק"מ של קווי מ"ג שממלאים אחר 3 התנאים שלעיל*

- שימוש בהטמנה במקטעים אלו צפוי להיות הן כלכלי יותר והן סביבתי יותר:

- ✓ הטמנת קווים מסוג זה צפויה להיות זולה בכמיליון ש"ח לק"מ מהאלטרנטיבה של חידושם, מיגונם וסימונם**
- ✓ הטמנת הקווים תביא למניעת הסיכון לבעלי הכבף (לעומת הטמנת אמצעים שמצמצמת אותו בלבד) ותועלות סביבתיות נוספות (שמירה על הנוף ובתי גידול קרקעים, אי תרומה לתפוצת מינים מתפרצים ועוד)

על כן, מוצע לערוך מיפוי של הקווים הרלוונטיים להטמנה ולהקצות % מסוים מהמנגנון הקיים לטובת הטמנת קווי מ"ג בשטחים פתוחים אשר עוברים באזורי רגישות עם עדיפות לכאלו שעוברים באזורים רגישים הן בהיבט ההתחשמלויות והן בהיבט ההתנגשויות

* הונח כי לפחות 50% מהרשת אשר עוברת באזורים בעלי רגישות גבוהה ומעלה להתחשמלויות (כ-600 ק"מ תחת ההנחה שישנם כ-6,000 עמודים באזורי רגישות אלה וכי בכל 100 מטר של רשת מותקן עמוד) עובר גם באזורים רגישים להתנגשויות וכי היקף הקווים בוותק של פחות מ-30 שנה מהווים לכל היותר כ-50% מסך הקווים האמורים (עד כ-150 ק"מ).
 ** כאמור, לפי המודל הכלכלי שגיבשה רשות החשמל במסמך החלטה מס' 64104 מיום 2 בנובמבר 2022 בנושא תמריצים להטמנת קווי מתח גבוה קיימים בשטח בנוי, עולה כי הטמנה של קו מ"ג עילי זולה בכ-900 אלף ש"ח לק"מ ביחס לאלטרנטיבה של חידוש. לחישוב זה יש להוסיף גם את עלות סימון הקו לצמצום ההתנגשויות (כ-80 אלף ש"ח).



הפחתת היקף הרשת העילית – סיכום המלצות וצעדים

מקור מימון	עלות	המלצות מרכזיות	ציר
תעריף החשמל (הערכה של עלות תוספתית של כ- 0.06%)	כ-770 מיליון ש"ח (עד סוף העשור, ככל הנראה חלק כבר תוקצב בתכנית הפיתוח)	<u>הרחבת מכסת ההטמנה הקיימת והטמנת מקטעים בהיקף של עשרות ק"מ שעונים על 3 התנאים המצטברים הבאים:</u> 1. יעברו באזורי רגישות בינונית ומעלה 2. יעברו בתוך רצועות סטטוטוריות חדשות 3. בסטאטוס טרום תכנוני	קווי 161
תעריף החשמל	תקבע בהמשך	גיבוש תכנית לפיילוטים להטמנת קווי 400 ק"ו	קווי 400
תעריף החשמל	ללא עלות תוספתית (מוצע להחיל כחלק מהחלטת רשות חשמל קיימת לתמרוץ חח"י להטמנת מ"ג)	<u>הקצאת % מסוים מחידושי הקווים במנגנון הפרס-קנס הקיים</u> לטובת שטחים פתוחים או רגישים מבחינה אקולוגית (התחשמלויות והתנגשויות)	מתח גבוה

- רקע ואג'נדה

- **מהלכים**

- חיסכון בפיתוח הרשת

- קירוב ייצור למרכזי צריכה

- פתרונות נוספים (אגירה, תמחור עומסי רשת ומירכוז מתקנים)

- הפחתת היקף הרשת העילית

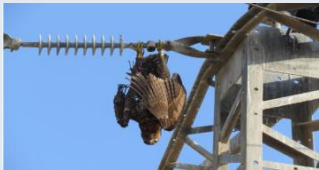
- **הטמעת אמצעים לצמצום הפגיעה בבעלי הכסף**

- סיכום והתייחסויות

- נספחים

הפגיעה של הרשת העילית בבעלי הכנף ובמגוון הביולוגי משתנה כתלות בסוג הקווים

ישנם הבדלים בהיקף הפגיעות להן הרשת גורמת כתלות בשאלה האם מדובר ברשת הולכה או חלוקה

רשת חלוקה (חח"י + פרטיים)	רשת הולכה	
		התחשמלות  התחשמלות, צילום: שחר כפיר
		התנגשות  התנגשות, צילום: דותן יושע
		קיבון מינים מתפרצים 

פגיעת הרשת הקיימת במגוון הביולוגי באה לידי ביטוי בשלושה אופנים עיקריים:

- 1 התחשמלות עופות:** סגירת מעגל על ידי עוף עם מוטת כנפיים רחבה שעומד על עמוד חשמל ונוגע בתיילים ובגוף מתכתי נוסף

- 2 התנגשות עופות בקווי מתח:** מתרחשת כאשר בעלי הכנף אינם מבחינים בכבלים ומתנגשים (לרוב נגרמת פציעה משמעותית או מוות מיידי)

- 3 קיבון מינים מתפרצים:** הקמת רשת מסייעת לקיבון וחדירת מינים מתפרצים לאזורים בהם אינם מצויים במצב הטבעי (בהמשך הם גם ניזונים ממיני חיות אחרים ופוגעים במרקם האקולוגי)


את הפגיעות האקולוגיות להן גורמת הרשת ניתן לצמצם משמעותית על ידי הטמעת אמצעי מיגון וסימון

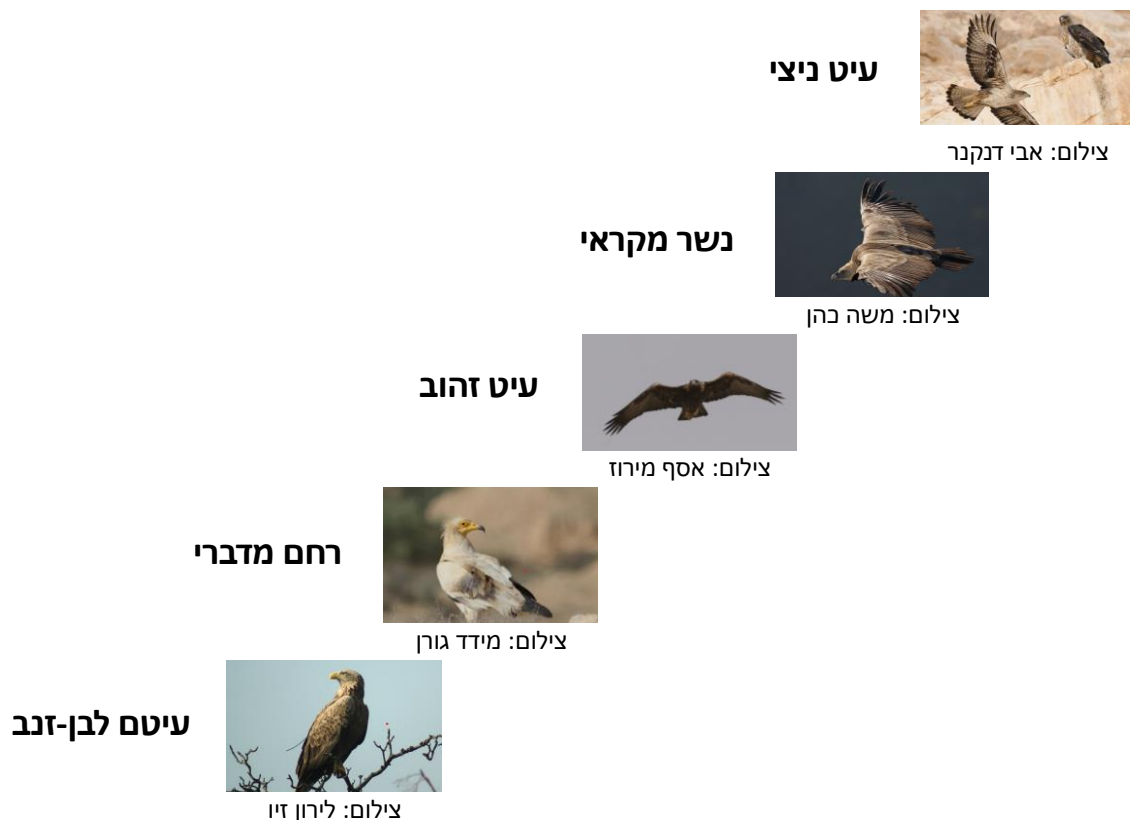
את הטמעת האמצעים ברשת החשמל לצמצום הפגיעה בבעלי הכסף ובמגוון הביולוגי ניתן לחלק ל-3 צעדים מרכזיים



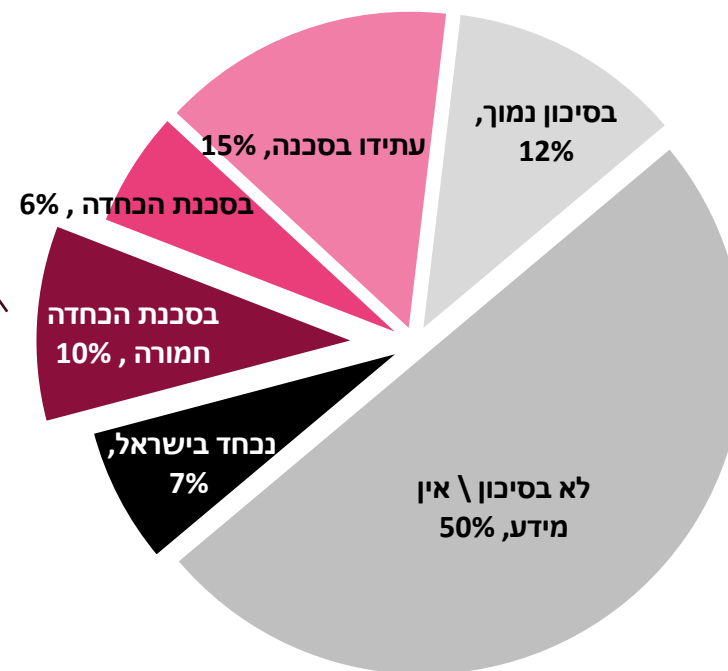
בשקפים הבאים יפורטו הצעדים הנדרשים לצורך מיגון הרשת העילית מפני התחשמלויות וסימונה לצמצום התנגשויות בעלי כסף

מעל 200 מינים של בעלי כנף מקננים בישראל, 15 מינים מתוכם נכחדו וכ-65 מינים מוערכים כמצויים בסכנת הכחדה כיום*

מבין 21 המינים שבסכנת הכחדה חמורה, 5 מינים נפגעו מהתחשמלויות ב-12 השנים האחרונות



מתוך 213 המינים שנבחנו ומקננים בישראל, כ-40% נכחדו / מצויים בסיכון מסוים של הכחדה מקומית**

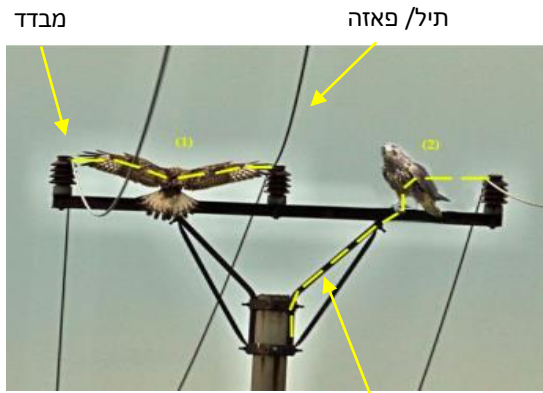


במדינת ישראל חלק משמעותי מהמינים המקננים נמצא בסיכון, כאשר ההתחשמלות היא אחת הסיבות להתדלדלות האוכלוסיה

*אתר הצפרות הישראלי, אתר הרשות להגנת הטבע והגנים והספר האדום מ-2017

** קיימים 28 מינים נוספים שלא מקננים בארץ, אך עדיין עוברים בה ומצויים בסכנת הכחדה עולמית חמורה וסובלים גם הם מהתחשמלויות

התחשמלות בעלי הכנף מתרחשת על גבי עמודי מתח גבוה ונגרמת בשל סגירת מעגל חשמלי בין התיל לגוף מתכתי אחר



חיבור מתכתי לבסיס העמוד

ההתחשמלות מתרחשת כאשר עוף גדול נעמד על עמוד חשמל ופורש מוטת כנף רחבה שמאפשרת לו לגעת בתיילים המוליכים ולסגור מעגל עם גוף מתכתי נוסף (תייל אחר/ חלק מקורקע של העמוד)

תיאור הבעיה

מרבית העופות מתחשמלים ברשת החלוקה על עמודי מתח גבוה בהם המרחק בין הפאזות השונות קרוב והמתח מספיק משמעותי כדי לפגוע בצורה קטלנית בבעלי הכנף

רשת מתח גבוה כגורם מסכן

לאור גודלם ונטייתם להשתמש בעמודי חשמל כמקום לעמידה, לינה, תצפית וקינון, בעיקר מינים של עופות דורסים, מושפעים מבעיה זו באופן מיוחד ביחס לגודל אוכלוסייתם

הנפגעים העיקריים

העיט הניצי נפגע בצורה משמעותית מהתחשמלות מה שעלול להביא להכחדתו מנופי הארץ – יש כיום כ-20 זוגות, בשנת 2021 בלבד נמצאו 16 פרטים מתים שהתחשמלו ובנובמבר-דצמבר 2022 התחשמלו 3 פרטים נוספים

התדללות אוכלוסיית העיט הניצי



עיט ניצי שהתחשמל (צילום: שחר כפיר, רשות הטבע והגנים)

אוכלוסיית העיט הניצי מהווה דוגמה לאוכלוסיית בעלי כנף שסיכון הכחדתה בישראל עלה משמעותית לאור מקרי ההתחשמלויות של פרטיה

לצורך מיגור נושא ההתחשמלות, בשנת 1996 יצא לפועל פרויקט "פורשים כנף" שהורחב לאחרונה למיגון עמודים תוך התמקדות בהגנה על אוכלוסיית העיט הניצי



הפרויקט כולל 2 צירים מרכזיים:

■ **הפרויקט** פעילות מחקר וניטור לצד פעילות שטח ענפה (לרבות השתלבות בפעילות השבה) ופעילות חינוכית והסברתית

■ **מיגון עמודי מתח גבוה מפני התחשמלות העופות**

שנים: 1996 עד 2021

היקף: 3,000 עמודים

תוצאות: כיום, כמעט ואין נשרים הנפגעים מהתחשמלות

**התמקדות
בנשרים**

בעקבות משדור אוכלוסיית העיט הניצי, התגלה כי מין זה נפגע בהיקפים משמעותיים. עקב הגילוי עבר המיקוד לאוכלוסייה זו

**מעבר
להתמקדות
בעיט ניצי**

שנים: 2020-2026

היקף: היקף הפרויקט הורחב ל-6,000 עמודים ב-5 שנים (1,200 בשנה)*

עלות ומימון: אישור להכרה בתעריף בסך של כ-41 מיליון ש"ח

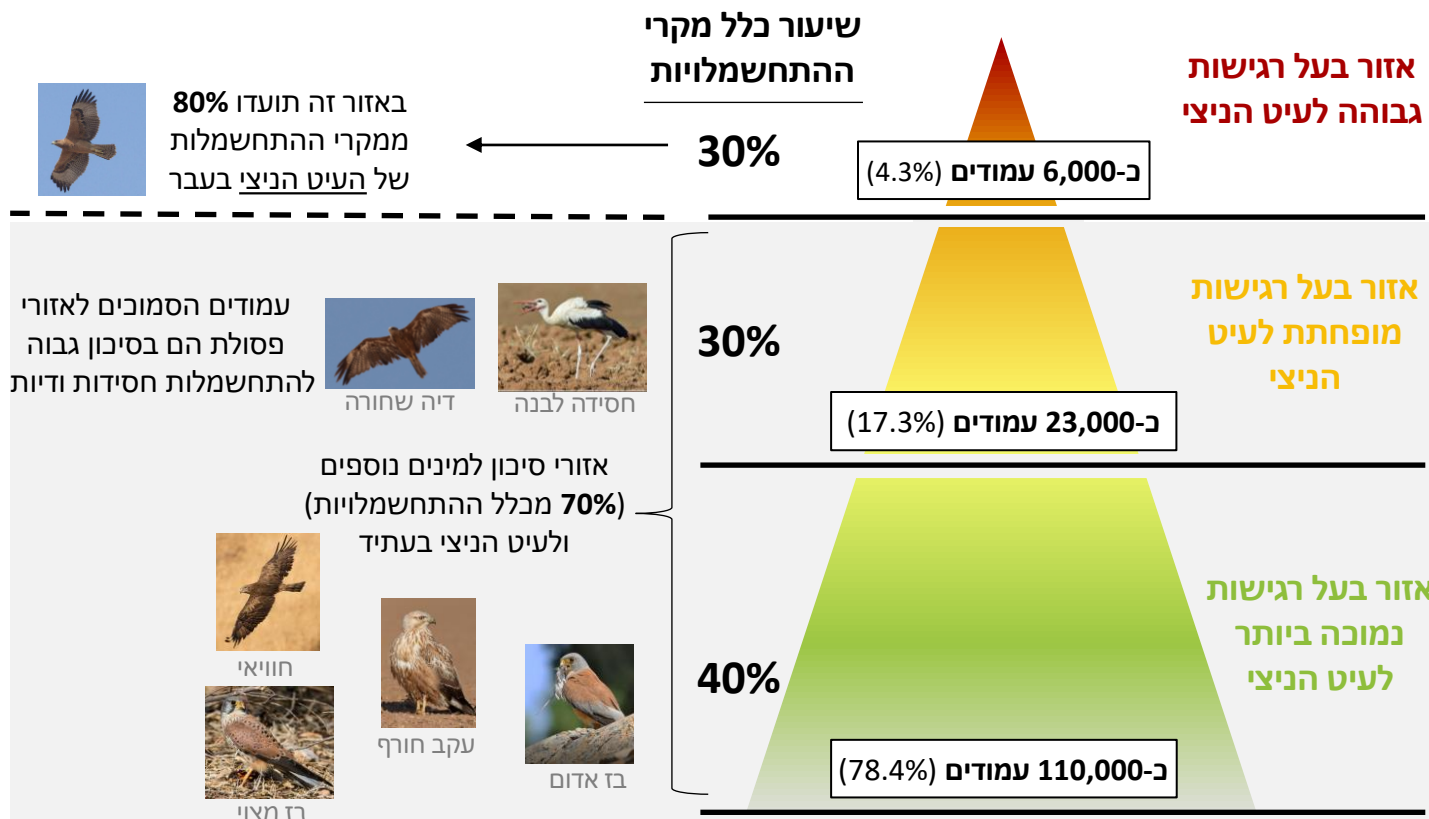
תוצאות: במחצית השניה של 2022 מוגנו כ-600-700 עמודים

כיום, קיימת תכנית למיגון של 6,000 עמודי חשמל מפני התחשמלות באזורים הרגישים בלבד ובהתאם למודל הרגישות שפותח ביחס לעיט הניצי, אולם הדבר עדיין לא מספק פתרון הרמטי למגוון רחב של מינים בסיכון

* יציין כי פרויקט מיגון העמודים הורחב מ-100 בשנה לכ-1,200 בשנה תוך שיח בין גורמי הסביבה, חח"י ורשות החשמל (אשר הצהירה שתכיר תעריפית בעלויות המיגון)

תכנית המיגון הנוכחית מפני התחשמלות מהווה פתרון חלקי מאוד שממוקד בעיט הניצי, בעוד מרבית התחשמלויות בעלי הכנף אינן צפויות לקבל מענה במתווה הנוכחי

תכנית המיגון הנוכחית בהתחשמלות העיט הניצי מסייעת לצמצום "קצה הקרחון" בלבד של בעיית ההתחשמלות הכוללת של בעלי כנף*



מפת חיזוי אירועי התחשמלות עיט ניצי בשקלול פריסת רשת ארצית*

הסתברות יחסית להתחשמלות

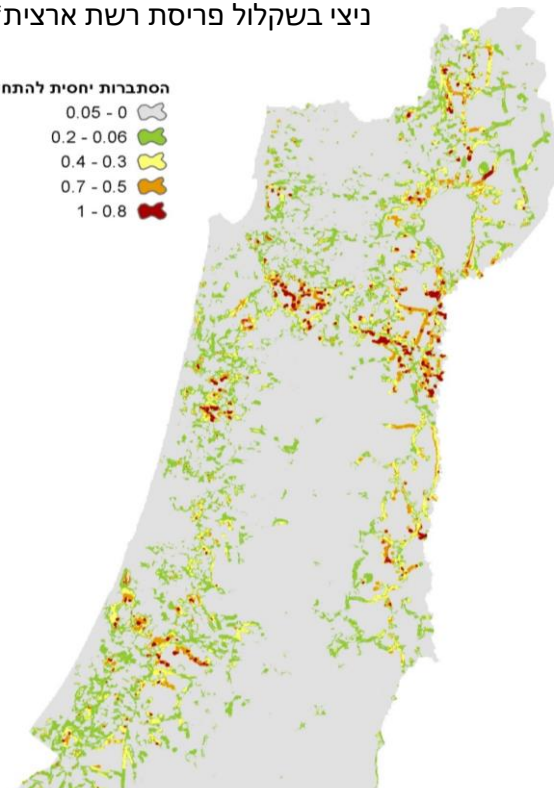
0.05 - 0

0.2 - 0.06

0.4 - 0.3

0.7 - 0.5

1 - 0.8



כ-5% מההתחשמלויות מתרחשות על גבי עמודים פרטיים שאינם ממופים**

27/09/2020

תוכנית המיגון הנוכחית כוללת רק כ-4% מרשת המתח הגבוה העילית, בעוד שכ-70% מההתחשמלויות שתועדו נמצאים על גבי עמודים שלא כלולים בתוכנית המיגון

* מקור: עיבוד TASC לנתונים במסמך 'מודל גיאוגרפי להכונת מיגון עמודי חשמל במטרה למזער את הסיכון להתחשמלות עיטים ניציים', 2020. יצוין כי מכיוון שקיימת הטיה משמעותית בנתונים והמידע אודות אירועי ההתחשמלות לא נאסף באופן שיטתי, התפלגות אירועי ההתחשמלות המתועדים אינם מייצגים בהכרח את ההתפלגות בפועל ועל כן, המיפוי שעליו מבוסס המידע בשקף זה מהווה בסיס לתכנית מיגון ואומדן כללי למספר העמודים. ** עמודים פרטיים של מחלקים היסטוריים, צה"ל, מפעלים שונים וזימים פרטיים אשר לא מצויים במאגר של חח"י ועוברים באזורים הרגישים. מבדיקה שרט"ג ערכה בשנת 2021 עולה כי כ-5% של מקרי התחשמלות נוספים נגרמו מעמודים פרטיים *** עיט ניצי - צילום: איתן קאופמן; חסידי לבנה - צילום: דוד נדיל; דיה שחורה - צילום: אמיר בן דב; בז אדום - צילום: גידי ק; עקב עיט - צילום: משה כהן; בז מצוי - צילום: דרור גלילי; חיואי - צילום: ליאור כסלי

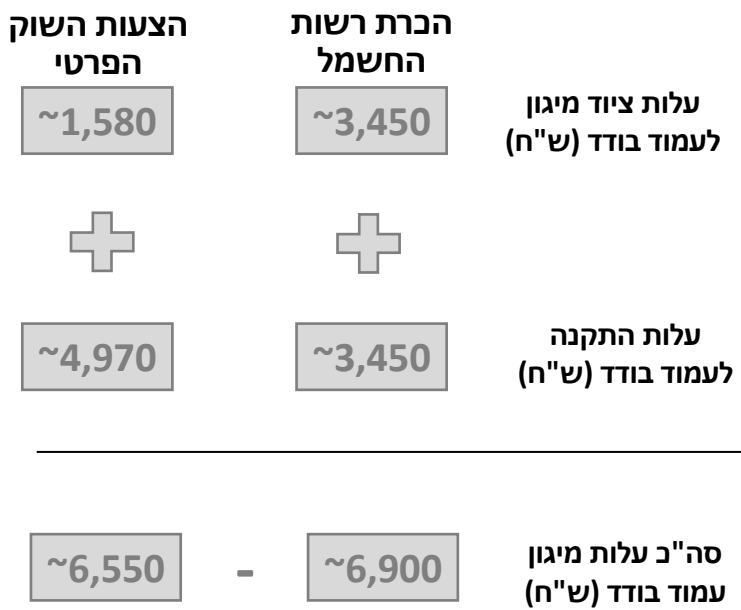
עלות הרחבת התכנית הקיימת מוערכת בכ-155-165 מיליון ש"ח והשפעתה על תעריף החשמל צפויה להיות זניחה לחלוטין

מס' עמודים	עלות מיגון עד 2033 (מלש"ח)	% התייקרות תעריף החשמל הביתי בשנה ממוצעת**
~24,000 (לא כולל התכנית הקיימת)	155-165	~0.04%



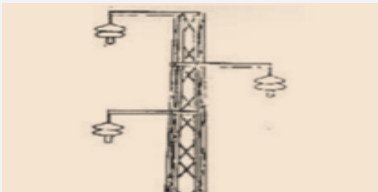
בשל השפעתה הזניחה של הרחבת התכנית על תעריף החשמל, מוצע לממן יישומה ממקור זה (בהסכמת רשות החשמל)

עלויות המיגון מפני התחשמלות מתחלקות ל-2 סוגים עיקריים:



רשת המתח הגבוה העתידית מתוכננת ברובה כתת קרקעית אולם קיימים כ-60 ק"מ בשנה המתוכננים כרשת עילית עקב אילוצי תכנון; ביחס לרשת זאת מומלץ "מיגון מראש" מהתחשמלויות באמצעים תכנוניים

תכנון קונפגורציות בטוחות של עמודים יכול להיעשות, בין היתר, באחת הדרכים הבאות:

קונפיגורציה	המחשה
1. הגדלת המרחק בין הפאזות ושאר רכיבי העמוד לצמצום הסיכוי לסגירת מעגל של עופות גדולים	
2. תכנון זווית ה-Cross arm באופן שלא יאפשר מנוחה או עמידה	
3. "חסימת" הגישה לרכיבים המחשמלים של העמוד	
4. תליית המבדדים באופן שמצמצם משמעותית את הסיכון להתחשמלויות**	

רקע – מאפייני רשת המתח הגבוה המתוכננת וכיווני פעולה

- רוב הקווים ברשת המתח הגבוה המתוכננת צפויים להיות מוטמנים
- אולם כ-10% מהרשת המתוכננת צפויה להיות עילית (פרישה של כ-60 ק"מ רשת עילית חדשה בשנה)*
- בפרישה של רשת חדשה, קשת הפתרונות האפשרית להפיכת העמודים לבטוחים היא הרבה יותר רחבה, ולמעשה אין הכרח להתמקד בהתקנת אמצעי מיגון
- במיוחד שמיגון עמודים באמצעות תוסף סיליקון אינו מיטבי ודורש תחזוקה, שכן היו מקרים בהם עופות התחשמלו מעמודים שכבר מוגנו באמצעותו
- לכן מומלץ לחשוב על דרכים יעילות יותר, ובכלל זה שימוש בקונפגורציות חדשות של עמודים גם במקרים של שדרוגים הכוללים החלפת עמודים

מוצע לקבוע סטנדרט תכנוני לעמודים חדשים שיפחית משמעותית את הסיכון להתחשמלויות (כ-4,200 עמודים בעשור הקרוב)*

* על פי החלטת רשות החשמל, מדי שנה נפרסים בממוצע 600 ק"מ קווי מתח גבוה, כש-90% מתוכם מוטמנים ו-10% עיליים, יוצא שיש 60 ק"מ מתח גבוה עיליים מדי שנה. נניח שמתחילים במימוש המוצע בתחילת שנת 2024, יוצא שעד 2030 יוקמו 420 ק"מ קווי מתח גבוה, ואם מתקנים עמוד כל 100 מטר, התוצאה היא שמדובר ב 4,200 עמודים; ** בישראל, גובשו הנחיות לתכנון מיגון נגד התחשמלויות עופות על קווי מתח גבוה חדשים (טיוטא מתאריך 1.5.2013) של חברת החשמל שמנחה לתכנן עמודים כך שהגשרים יותקנו בהם בצורה תחתית (נוהל מס' 733-000-000-536), עם זאת נמצא כי עמודים שמתוכננים כך (עם מגשרים תחתיים) עדיין אחראיים לכ-26% מההתחשמלויות ולכן, ככל הנראה שפתרון זה אינו מיטבי (אסף מירזד ואוהד הצופה, בעיית ההתחשמלות של עופות בישראל – סקירה והמלצות לטיפול (30.10.2020))

מיגון מפני התחשמויות – סיכום המלצות וצעדים

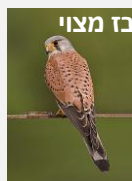
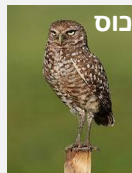
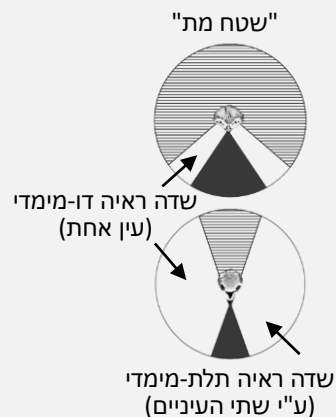
ציר	המלצות מרכזיות	עלות	מקור מימון	אחריות	משימות מרכזיות															
1 רשת מ"ג קיימת של חח"י - מיגון	מיגון עמודי מ"ג עילי בשלביות לפי רמת סיכון: <table><tr><th>רמת סיכון</th><th>עמודים</th><th>שנים לביצוע</th></tr><tr><td>גבוהה</td><td>~6K</td><td>עד 2025 (בתהליך)</td></tr><tr><td>בינונית</td><td>~7K</td><td>עד 2027</td></tr><tr><td>בינונית-נמוכה</td><td>~17K</td><td>עד 2033</td></tr><tr><td>נמוכה</td><td>~110K</td><td>ייקבע בהמשך</td></tr></table>	רמת סיכון	עמודים	שנים לביצוע	גבוהה	~6K	עד 2025 (בתהליך)	בינונית	~7K	עד 2027	בינונית-נמוכה	~17K	עד 2033	נמוכה	~110K	ייקבע בהמשך	155-165 מלש"ח	תעריף החשמל	חח"י	- עדכון מודל הרגישות, מיפוי עמודים, וגיבוש הסכמות ביחס לתכנית המוצעת (ארגונים ירוקים וחח"י) - מעקב ולו"ז מוגדר להוכחת פיילוט הרחפנים (חח"י) - החלטה להכרה תעריפית (ארגונים ירוקים, חח"י ורשות החשמל) - רכישת ציוד מתאים, התקשרויות רלוונטיות והקצאת משאבים נדרשים (חח"י)
	רמת סיכון	עמודים	שנים לביצוע																	
גבוהה	~6K	עד 2025 (בתהליך)																		
בינונית	~7K	עד 2027																		
בינונית-נמוכה	~17K	עד 2033																		
נמוכה	~110K	ייקבע בהמשך																		
2 רשת מ"ג חדשה חח"י – תכנון בטוח	- מזעור הקמת רשת עילית במ"ג בשטחים פתוחים (כיום מוקמים כ-600 עמודים עיליים בשנה) - במסגרת חידוש רשת יש לבחון הטמנה - יידון בהמשך - ככל שמוקמת רשת מ"ג או שמחודשת רשת ישנה יעשה שימוש בעמודים בטוחים לעופות - ככל שלא ניתן להשתמש בעמודים בטוחים – למגן בהתאם לסעיף הקודם	לא מהותית	לא נדרש	חח"י	- מיפוי העמודים ברשת החדשה ואלה הנדרשים לשדרוג, הסכמה לגבי הקונפגורציות המתאימות (ארגונים ירוקים וחח"י) - הכרה תעריפית בתוספת הנובעת משימוש בעמודים בטוחים (רשות החשמל) - ביצוע התכנון, רכישת ציוד מתאים, התקשרויות והקצאת משאבים נדרשים (חח"י)															
	3 רשתות פרטיות - מיגון	- עמודים קיימים: מיגון בשלביות לפי רמת סיכון בלו"ז שיוגדר מראש - עמודים חדשים: מזעור של הקמת רשת חדשה; ככל שהדבר הכרחי, שימוש בקונפגורציות בטוחות מראש כאמור בסעיף 2	פחות מ-10 מלש"ח	תעריף החשמל	רשות החשמל ומחלקים פרטיים	- מיפוי הרשתות הפרטיות לפי אזורי סיכון (רשות החשמל, מחלקים פרטיים וארגונים ירוקים) - שיח ושיתוף מידע ביחס לאופן המיגון (ארגונים ירוקים, חח"י, מחלקים פרטיים ורשות החשמל) - גיבוש החלטה לרגולציה הנדרשת ולהכרה תעריפית כולל מנגנון פרס-קנס (רשות החשמל) - יציאה לביצוע בהתאם לתכנית (מחלקים פרטיים)														

בעיית ההתנגשות היא בעיה גלובלית המהווה גורם תמותה מרכזי לעופות

- התנגשות בקווי מתח מתרחשת כאשר בעלי הכנף אינם מבחינים בכבלים ומתנגשים בהם אגב מעופם
- ברוב המקרים הפגיעה מביאה למוות מיידי או לפציעה קטלנית
- בעיית ההתנגשויות היא בעיה גלובלית הפוגעת במגוון רחב של עופות*
- 
 מחקרים מנורבגיה והולנד מצביעים על היקף פגיעה של כ-700 עופות לק"מ בשנה באזורי ביצות
- 
 כמיליון עופות מתים כתוצאה ממפגשים עם רשת החשמל בצרפת בכל שנה
- 
 בדנמרק מתים מאותה הסיבה כ-200-300 אלף עופות בכל שנה

תופעת ההתנגשויות מושפעת מ-3 גורמים עיקריים

דוגמה לפערים ביכולות הראיה של עופות



גורמים ביולוגיים:

גודל, גיל, גובה מעוף, עונת נדידה, יכולת הראיה של העוף בתנאים שונים, הרגלי נדידה, נטייה להתלהקות ועוד

דוגמה לתנאי ראות ירודים (עמוד חשמל בערפל) ופגרי חסידה לאחר התנגשות



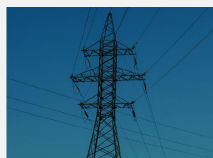
צילום: ספי סהר



גורמים סביבתיים:

תנאי ראות, מז"א, מיקום ביחס לאזורי נדידה, שימושי הקרקע הסמוכים (כגון אתרי איסוף פסולת, מאגרי מים, שטחים חקלאיים וכו'), ועוד

שוני מבני בין קווי מתח שונים



קו 161KV



קווי 400KV



גורמים הנדסיים:

מבנה תשתית הרשת (עובי הכבלים, קונפיגורציית קו המתח, תאורה וכו')

בפיילוט שנערך בישראל לבחינת נושא ההתנגשויות נמצא כי היקף התופעה הוא גבוה מאוד, גם ביחס למחקרים דומים בעולם

ממצאי שלב א' של הפיילוט מלמדים על תופעה רחבה ומשמעותית

"גיוון הפגיעה":

68 מינים נפגעו, מתוכם כ-12 בסיכון אזורי/ עולמי

היקף התנגשויות:

200 עופות לק"מ קו מתח בשנה

ההערכות הראשוניות מצביעות על כך שככל הנראה ישנן עשרות אלפי התנגשויות בישראל בשנה, אולם מדובר בהערכות ראשוניות והיקף התופעה לא נמדד באופן נרחב



צילום: אלון רוטשליד



צילום: אסף מירז



צילום: רט"ג

רקע - פיילוט לבחינת התנגשויות ואמצעים לצמצומן

- בשנים 2016-2018 יצא לפועל פיילוט בעמק יזרעאל לבחינת היקף ההתנגשויות (שלב א') ודרכים לצמצומן (שלב ב')
- המחקר בוצע לאורך 4 מקטעי קו מתח עליון באורך של כ-1 ק"מ כל אחד שכללו יחדיו 3 שימושי קרקע:

- סמיכות לאתר פסולת
- סמיכות למאגרי מים
- סמיכות לשטחים חקלאיים



שטח חקלאי, צילום: דותן יושע



מאגרי מים. צילום: נועם וויס

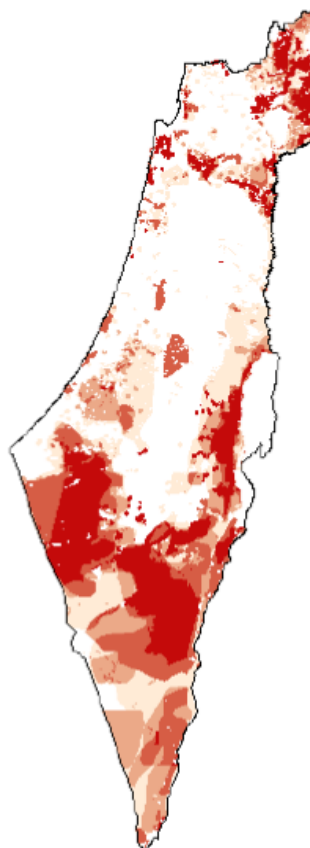


אתרי פסולת. צילום: שמוליק יידוב

היקף תופעת ההתנגשויות בישראל הוא משמעותי ביותר (גם ביחס למוכר בעולם) בשל מיקומה על ציר הנדידה ובשל צפיפות רשת החשמל ולכן מחייב התייחסות וטיפול

בעקבות שלב א' של הפיילוט פותח מודל גיאוגרפי למיפוי אזורים על פי רמות רגישות לפוטנציאל הפגיעה של קווי מתח בעופות, שאף עודכן בתחילת 2021

כל האזורים בישראל חולקו לפי 4 רמות רגישות



לצורך קביעת סדרי קדימויות לטיפול בבעיית ההתנגשויות, בוצע מיפוי גיאוגרפי של אזורי הסיכון במסגרת פרויקט משותף של רט"ג וחח"י

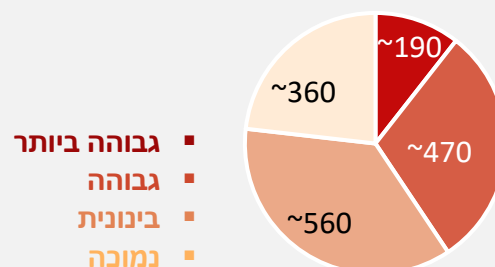
מפת הרגישות גובשה תוך הסתכלות על 2 פרמטרים מרכזיים:

- מיני עופות רגישים (בסכנת הכחדה/ נוטים יותר להתנגשויות)
- שימושי קרקע ובתי גידול חשובים (כגון סמיכות לבריכות דגים, מאגרי מים, שמורות ואתרי פסולת)

כ-60% משטח המדינה מצוי בדרגת רגישות כלשהי, כש-14% ממנו מצוי בדרגת הרגישות הגבוהה ביותר

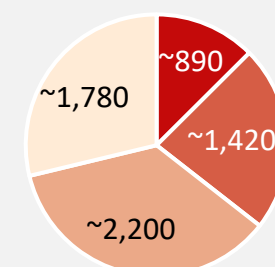
קווי ההולכה (18% מהקווים עוברים באזורים הרגישים)
~1,580 ק"מ מקווי ההולכה (כ-56%) באזורים רגישים

אורך קווי הולכה בחלוקה לאזורי רגישות*



רשת החלוקה (82% מהקווים שעוברים באזורי רגישות)
~6,300 ק"מ (כ-42%) מרשת המ"ג העילי באזורים רגישים

אורך קווי מ"ג בחלוקה לאזורי רגישות*



כיום קיימים עדיין כ-1,100 ק"מ של קווי מתח הממוקמים באזורי הרגישות הגבוהה ביותר וטרם סומנו לצמצום התנגשויות עופות

במסגרת הפיילוט ולאחר שלב הניטור הראשוני, הותקנו אמצעים לסימון הקווים* לצורך בחינת תרומתם לצמצום היקף ההתנגשויות

כיום, מבוצע מחקר המשך לאיתור אמצעי הסימון היעילים ביותר לצמצום תופעת ההתנגשויות

לאחרונה הותקנו אמצעי סימון מ-3 סוגים לבחינת יעילותם



■ השילובים שהותקנו:

- שילוב Birdmark ו-Firefly (אקטיבי)
- שילוב OWL ו-Firefly (אקטיבי)

■ היקף ההתקנה: כ-2,600 מסמנים לאורך 16 ק"מ



צילום: ליהי ברקן

■ עלויות: כ-1.3 מיליון ש"ח

■ אופן ההתקנה: רחפנים

התקנת שילוב אמצעי הסימון הנבחרים צפויה להביא לשיפור בנתוני צמצום הבעיה, אולם **לא למניעתה****

במסגרת שלב ב' של הפיילוט, הותקנו אמצעים לסימון קווי ההולכה במקטעים הנבחרים ונבדקה השפעתם

במסגרת שלב ב', הותקנו אמצעי סימון על הקווים שנוטרו



צילום: PLP

■ אמצעי סימון שהותקנו: Pig-Tail

■ אופן ההתקנה:

- מתח עליון – מסוק
- מתח גבוה – במת הרמה



צילום: דפנה שחורי

■ ממצאים:

הפחתה של 26% בפגיעות בלבד

(הפגיעה במינים הנודדים בלילה כמעט ולא הושפעה)

בעקבות הממצאים, הומלץ על התקנת אמצעי הסימון בתמהיל של אמצעים אקטיביים (מאירים) ופאסיביים

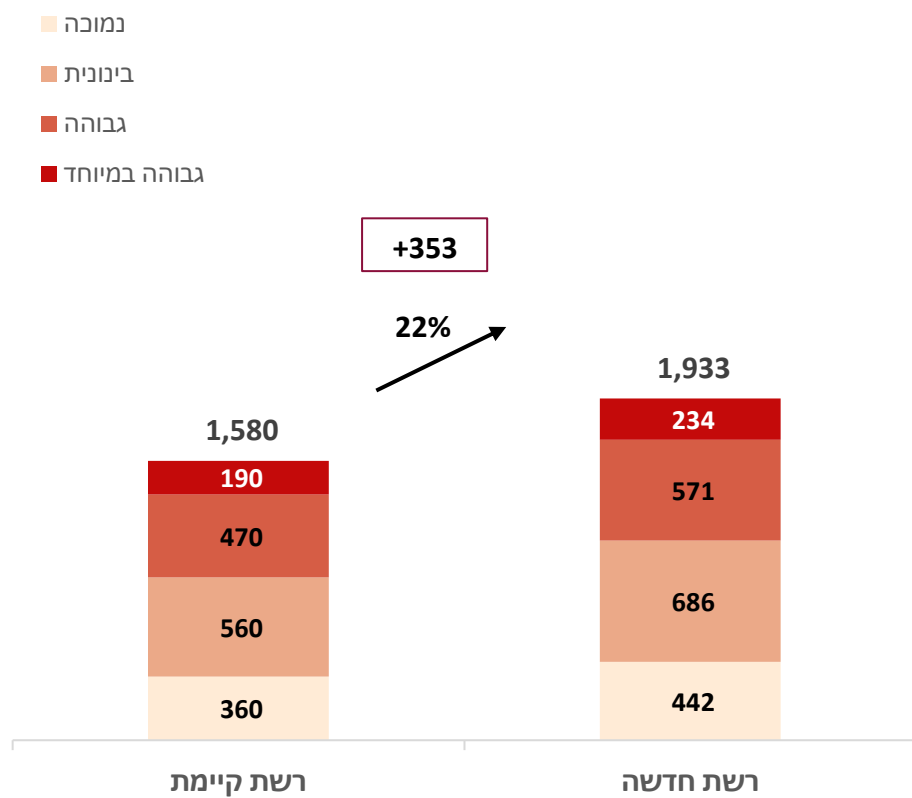
במהלך 2023 תיבחן השפעת אמצעי הסימון החדשים על תופעת ההתנגשויות. אולם, גם אם יימצא שיפור בשיעור הפחתת ההתנגשויות, השימוש באמצעי סימון לא ימנע את הבעיה לחלוטין ויש לבחון דרכים עתידיות נוספות לטיפול בנושא

*בקווי הולכה אמצעי הסימון מותקנים על כבלי ההארקה, שכן הם ממוקמים גבוה וקשים לזיהוי (עקב עובייה הדק) יותר משאר הכבלים שבקו המתח. לעומת זאת, בקווי מתח גבוה, האמצעים מותקנים על כל הכבלים הקיצוניים בהתאם למבנה קו המתח
 **לפי מחקרים שבוצעו בנושא נמצאו שיעורי הפחתה של 80%-94% ע"י שימוש באמצעים משולבים (אקטיביים ופאסיביים). מקור: צמצום התנגשויות עופות בקווי מתח, ניתוח רגישות ארצי ומתווה לפיתרון, אסף מירז, זאב לבינגר וליהי ברקן (נוב' 2019)

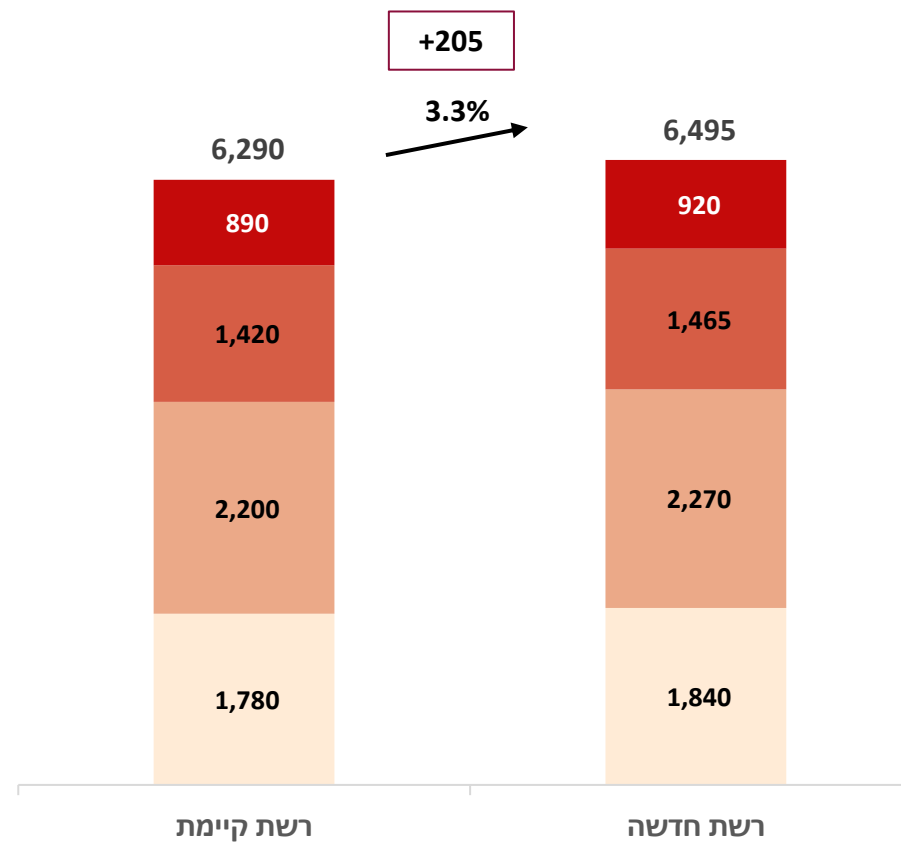
כחלק מתכנית נגה מספר הקווים בישראל שעוברים באזורי רגישות צפוי לגדול ב-500 ק"מ ולהסתכם בכ- 8,000 ק"מ

לפי תוכניות נגה יתווספו למעלה מ-500 ק"מ של קווים אשר יעברו באזורים רגישים להתנגשויות

אורך רשת ההולכה (בק"מ)



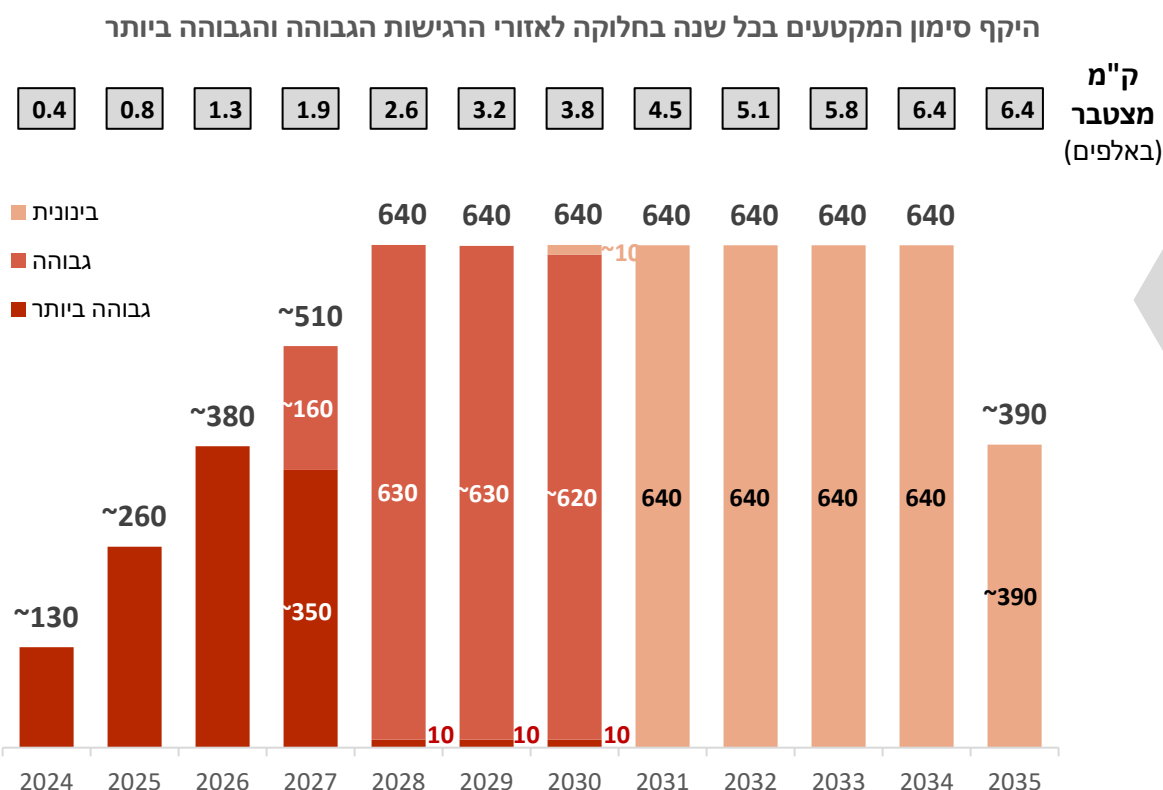
אורך רשת המתח הגבוה* (בק"מ)



* צמצום התנגשויות עופות בקווי מתח, ניתוח רגישות ארצי ומתווה לפיתרון, אסף מירוז, זאב לבינגר וליהי ברקן (נוב' 2019); עיבוד TASC לנתוני המודל המקורי בהתאם לפתרון מפת האזורים הרגישים להתנגשויות של עופות בקווי מתח (כפי שמופיע במצגת טבע BIZ). * רשת החלוקה החדשה תוטמן ברובה (90%). מקור: רשות החשמל – החלטה מס' 64104 בנושא 'תמריצים להטמנת קווי מתח גבוה קיימים בשטח בנוי' (2.11.2022)

סימון קווים למזעור התנגשויות – התכנית המוצעת כוללת סימון כלל המקטעים העיליים (ברשת קיימת וחדשה) באזורי רגישות בינונית ומעלה במהלך 12 השנים הקרובות

אנו מציעים בעשור הקרוב לפעול למיגון כלל המקטעים הקיימים והחדשים שעוברים בדרגות הרגישות הגבוהה והגבוהה ביותר



התכנית המוצעת היא סימון הדרגתי של כלל הקווים (מתח גבוה, על ועליון) בדרגת רגישות בינונית ומעלה עד שנת 2035

תכנית מוצעת לסימון קווים לפי אזורי רגישות (ללא רשתות פרטיות)*

אזור רגישות	היקף ק"מ ב-2030	כמות אמצעים נדרשים לסימון	מועד ביצוע
גבוהה ביותר	1,153	~190K	עד 2027
גבוהה	2,034	~340K	2027-2030
בינונית	2,958	~495K	2030-2035
נמוכה	2,280	~380K	ייקבע בהמשך

קביעת ההיקפים והמיקומים המדויקים תתבצע עפ"י מודלי רט"ג המעודכנים ביותר

המהלך המוצע תלוי בסיום מוצלח של הפיילוט והסכמות לגבי אמצעי הסימון והתמהיל הרצוי

* ניתוח TASC, פירוט הנחות: היקף הרשת העילית שעוברת כיום באזורים רגישים מבוסס על מסמך 'צמצום התנגשויות עופות בקווי מתח, ניתוח רגישות ארצי ומתווה לפיתרון', אסף מירוז, זאב לבינגר וליה ברקן (נוב' 2019); עיבוד TASC לנתוני המודל המקורי בהתאם לעדכון מפת האזורים הרגישים להתנגשויות של עופות בקווי מתח (כפי שמופיע במצגת טבע BIZ); היקף הרשת העתידית שצפויה לעבור בחלוקה לאזורים רגישים – גידול הרשת לפי 'תכנית הפיתוח למקטע המסירה לשנים 2023-2030' שפירסמה רשות החשמל (על בסיס תכנית הפיתוח של מנהל המערכת) והנחת התפלגות בין האזורים הרגישים בהתאם להתפלגות של הקווים הקיימים. לפירוט נוסף, ראה/י נספח בשקף 103

עלות התכנית האמורה לסימון קווים מוערכת בהיקף כולל של כ-500 מיליון ש"ח והיא כמעט ולא תשפיע על תעריף החשמל

תכנית לסימון כלל הקווים (הקיימים והחדשים) באזורי הרגישות למיקוד תדרוש כ-500 מלש"ח, אולם עלות זו היא זניחה ביחס לתעריף החשמל

היקף המעבר של קווי הרשת ב-2030 (בק"מ), עלות סימון הקווים האמורים, עלות הסימון לקוט"ש נצרך בממוצע ו-% התקיירות תעריף החשמל למשקים ביתיים בחלוקה בין דרגות הרגישות השונות**

מס' ק"מ	עלות סימון עד 2035 (מלש"ח)	% התייקרות תעריף החשמל הביתי בשנה ממוצעת
~6,150	~495	0.6%



בשל ההשפעה הזניחה של יישום תכנית הסימון על תעריף החשמל, מוצע לממנה באמצעות התעריף בהסכמת רשות החשמל

עלויות הסימון לצמצום התנגשויות מתחלקות ל-2 סוגים עיקריים*

עלות אביזר סימון בודד (ש"ח) ~190



עלות התקנת אביזר בודד (ש"ח) ~290

סה"כ עלות אביזר סימון בודד + התקנתו (ש"ח) ~480

סה"כ עלות לק"מ (ש"ח) ~80,000

מניתוחנו עולה כי בתוך עשור ובעלות זניחה יחסית ביחס לתעריף החשמל ניתן להגיע למצב שכלל המקטעים העיליים אשר עוברים באזורי הרגישות הגבוהה והגבוהה ביותר מסומנים לצורך צמצום התנגשויות

* מבוסס על בדיקת מחירי חברות הרחפנים קרונוס ו-Aliter. עלות אביזר סימון בודד: כ-190 ש"ח, עלות התקנת אביזר בודד: כ-210 ש"ח (מבוסס על בדיקת מחירי חברות הרחפנים קרונוס ו-Aliter) + עלות נוספת בגובה של כ-83 ש"ח להתקנה עבור מפקח של חח"י (עלות של 2,428 ש"ח ליום). לא נלקחו בחשבון עלויות תחזוקה. ** ניתוח TASC, פירוט הנחות: היקף הרשת העילית שעוברת כיום באזורי רגישות מבוסס על מסמך 'צמצום התנגשויות עופות בקווי מתח, ניתוח רגישות ארצי ומתווה לפיתרון', אסף מירז, זאב לבינר וליה ברקן (נוב' 2019); עיבוד TASC לנתוני המודל המקורי בהתאם לעדכון מפת האזורים הרגישים להתנגשויות של עופות בקווי מתח (כפי שמופיע במצגת טבע BIZ); היקף הרשת העתידית שצפויה לעבור בחלוקה לאזורים רגישים – גידול הרשת לפי 'תכנית הפיתוח למקטע המסירה לשנים 2023-2030' שפירסמה רשות החשמל (על בסיס תכנית הפיתוח של מנהל המערכת) והנחת התפלגות בין האזורים הרגישים בהתאם להתפלגות של הקווים הקיימים. הונח כי כל 6 מטרים יותקן אמצעי סימון וכי יידרשו 5 צוותים + מפקח של חח"י לכל צוות (בעלות של 2,428 ש"ח ליום) עבור קצב התקנה של 320 ק"מ בשנה; הונח כי העלויות יוכרו כעלויות תפעוליות (עקב כך שמדובר בהקמת רשת חדשה) - % עליית תעריף החשמל הביתי התבסס על תעריף החשמל הביתי לקוט"ש (אג'): 53.42 (מעודכן לינואר 23)

- רקע ואג'נדה
- מהלכים מוצעים
- **סיכום והתייחסויות**
- נספחים למצגת מלאה

לקווי מתח עיליים השלכות אקולוגיות שליליות משמעותית, בפרט על בעלי כנף (התחשמלויות והתנגשויות); פיתוח הרשת העתידי המשתקף כיום בתכניות צפוי להחריף סיכונים אלו. לצורך צמצום הפגיעות המתוארות, מוצע לנקוט בשלושה רבדים מרכזיים:

מהלכים

רובד

- עריכת SEA לחלקים המאוחרים מתכנית הפיתוח הקיימת ובאזורי הספר
- קירוב מתקני ייצור החשמל לאזורי הצריכה
- צעדים נוספים – הגברת שימוש באגירת אנרגיה, תמחור עומסי רשת, מרכז מתקנים
- הרחבת "מכסת ההטמנה" וקביעת קריטריונים להטמנת קווי מתח עליון באזורי רגישות
- בחינת פיילוט להטמנת קווי מתח על
- תמרוץ הטמנת קווי מ"ג ותיקים באזורים פתוחים
- סימון קווי מתח רגישים בהיקפים משמעותיים (מעל 6,000 ק"מ) למזעור התנגשויות
- צמצום התחשמלויות ע"י מיגון של עמודים קיימים ותכנון בטוח של עמודים חדשים

חיסכון בפיתוח הרשת
(בעיקר באזורים רגישים נופית ואקולוגית)



הפחתת היקף הרשת העילית (הטמנה)



הטמעת אמצעים לצמצום הפגיעה בבעלי הכנף



סיכום – עלויות הצעדים לצמצום פגיעת רשת החשמל בבעלי הכסף והפחתת היקף הרשת העלית

מהלכים 	צעדים מרכזיים 	תוספת עלויות ביחס לתכניות הנוכחיות 	% תוספת באחוזים לתעריף
1 צמצום התחשמלויות	רשת קיימת: הרחבת והעלאת קצב המיגון בתכנית הקיימת רשת חדשה: מזעור ככל האפשר של הקמת רשת עלית וככל שהדבר הכרחי תכנון הנדסי בטוח מראש של עמודים	~160 מלש"ח (לשנים '24-'33 לא כולל עמודים פרטיים)	כ-0.04%
2 מזעור התנגשויות	רשת קיימת: המשך מיגון בשלבויות לפי רמת סיכון ובלו"ז שיוגדר מראש ועל בסיס מסקנות הפיילוט רשת חדשה: מזעור ככל האפשר של רשת חדשה	~480 מלש"ח (לשנים '24-'35 לא כולל קווים פרטיים)	כ-0.12%
3 הטמנת קווי 161	הטמנת כעשרות ק"מ של מקטעים שצפויים לעבור באזורים רגישים וברצועות חדשות ומצויים בשלב טרום תכנוני	עד כ-770 מלש"ח (לשנים עד 2030)	כ-0.06%
4 הטמנת קווי 400	גיבוש תכנית לפיילוטים להטמנת קווי 400 ק"ו	תיקבע בהמשך	
5 הטמנת קווי מתח גבוה	קידום הטמנה בשטחים פתוחים או רגישים מבחינה אקולוגית	ללא עלות תוספתית (מוצע להחיל כחלק מהחלטת רשות חשמל קיימת לתמרוץ חח"י להטמנת מ"ג)	
סה"כ ~1.4 מיליארד ש"ח ב-'24-'35 (כ-130 מלש"ח בשנה ממוצעת) כ-0.22% בלבד			

- רקע ואג'נדה
- מהלכים מוצעים
- סיכום והתייחסויות
- **נספחים למצגת מלאה**

נספחים

- התנגשויות והתחשמלויות בעלי כנף
- פגיעה במרקם אקולוגי
- פגיעה בקרקע ובשטח
- פגיעה בנוף
- מאגרי מידע וניטור ובקרה – סקירה בינלאומית ומבט השוואתי



בהשוואה גלובלית – במדינות שונות יש חקיקה להגנה על בעלי כנף מהתחשמלויות והתנגשויות, וכן שיתופי פעולה מוצלחים ומקיפים בין מנהלי המערכת לארגונים סביבתיים

דוגמאות בולטות

ישנם 2 מנגנונים מרכזיים למיטיגציה של פגיעה בבעלי כנף:

שיתופי פעולה יזומים ללא חקיקה:

בלגיה – שיתוף הפעולה המשמעותי והרחב ביותר בין ארגונים סביבתיים למנהל המערכת (שכולל בחינת הכרחיות רשת והטמנת קווים)



קרואטיה* – שיתוף פעולה מאוד רחב בין 4 ארגונים סביבתיים, חברת החשמל בכובעה כמחלק ומשרדים ממשלתיים רלוונטיים, לשימור מין המצוי בסכנת הכחדה (Griffon Vulture)



חקיקה מחייבת + שיתופי פעולה יזומים:

ספרד – חובה חוקית ברמות שונות (כללית ואזורית) למניעת התחשמלות והתנגשויות, כולל שיתופי פעולה של ארגונים אזוריים עם מנהל המערכת



גרמניה – חובה חוקית למגן עמודי מ"ג מהתחשמלות בלבד, שיתוף פעולה של מנהל המערכת וגופים סביבתיים למניעת התנגשויות



צ'כיה – חקיקה ביחס למניעת התחשמלות והתנגשויות



הונגריה – חובה חוקית למגן קווים חדשים מהתחשמלות



בשקפים הבאים נדון בהרחבה במנגנונים הקיימים במדינות נבחרות



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

- החובה להתקנת האמצעים חלה על חברות הרשת, אך ה-EU נושא את רוב העלות יחד עם הרשויות הלאומיות והאזרחים בספרד

ספרד ייחודית בכך שמטילה על חברות הרשת חובה חוקית גם למגן עמודים מפני התחשמלויות וגם ולסמן קווים לצמצום התנגשויות ברשת החדשה



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

בגרמניה מעוגנת חובה בחוק למניעת התחשמלות עופות ברשת מתח גבוה

- חוק שימור הסביבה משנת 2009* קבע כי יש למגן רשת Medium Voltage חדשה (מקביל למ"ג בישראל)** מפני התחשמלויות
- החוק חל ביחס לרשת שאינה מוטמנת – בגרמניה שיעורי הטמנה גבוהים יחסית של רשת מ"ג (כ-80%)
- כמו כן, החוק חייב למגן מפני התחשמלות גם קווים קיימים באזורים שנחשבו בסיכון גבוה לבעלי כנף (בעיקר חסידות, דורסים וינשופים) עד סוף 2012
- העלויות למיגון מפני התחשמלות מושתות על חברות הרשת, שמקבלות החזר עבורן בתעריפי החשמל המוכרים

אין חובה לסמן קווים למניעת התנגשויות – נושא שמטופל באופן וולונטרי על ידי שיתופי פעולה אסטרטגיים

- בגרמניה אין חובה חוקית לסמן רשת הולכה למניעת התנגשויות, אולם בדומה לישראל קיימת חובה לבצע תסקיר סביבתי לפני ההקמה, במסגרתה ניתן לדרוש מחברת הרשת להתקין סימני מיגון מהתנגשויות
- מניעת התנגשויות מבוצעת וולונטרית, דרך שני ערוצים מרכזיים:

- שיתוף פעולה החל משנת 2017 של ארגון סביבתי (NABU) וה-TSOs, בחסות ה-Renewables Grid Initiative (RGI) המאפשר לציבור לדווח על איתור ציפורים מתות בקרבת קווי חשמל; המידע מועבר ל-TSO הרלוונטי לטובת סימון הקו
- אימוץ הנחיות פנימיות על ידי חלק מה-TSOs לסימון עמודים (שהפחיתו את שיעורי ההתנגשויות ב-70-80%)



Renewables
Grid Initiative



בגרמניה חקיקה ייעודית בנושא ההתחשמלויות, אך גם נושא ההתנגשויות שמטופל לרוב באופן וולונטרי, זוכה למענה רחב ויעיל למדי בזכות שיתופי פעולה מוצלחים בין ארגונים סביבתיים וחברות הרשת



בבלגיה אין חובה חוקית להתקנת אמצעי מיטיגציה – הכל מטופל באופן וולונטרי

- מנהל המערכת (ELIA) משתף פעולה עם שני ארגונים סביבתיים (Natuurpunt ו-Natagora) – שיתוף הפעולה המקיף ביותר באירופה
- **מיטיגציה להפחתת התנגשויות:** במסגרת שיתוף הפעולה, הארגונים הסביבתיים עורכים מחקרים לצורך הגדרת "Black Lines" המהווים סכנה משמעותית להתנגשויות, ומנהל המערכת מתקין אמצעי סימון בהתאם
- **מיטיגציה למניעת התחשמלויות:** בשנת 2008 נחתם ההסכם הוולנטרי "שמייים נגישים" בין הארגונים הסביבתיים, מנהל המערכת וחברות הרשת, שמטרתו להתמודד עם בעיית ההתחשמלויות
- תחת ההסכם, הארגונים הסביבתיים הכינו מפת רגישות להתחשמלויות לשם יצירת תעדוף להתקנת אמצעי המיגון; המימון מתבצע על ידי חברות הרשת בסיוע תכנית ה-EU LIFE+ (תכנית של האיחוד האירופי למימון נושאים סביבתיים) וה-European Regional and Development Fund (ERDF) (תחת הנציבות)

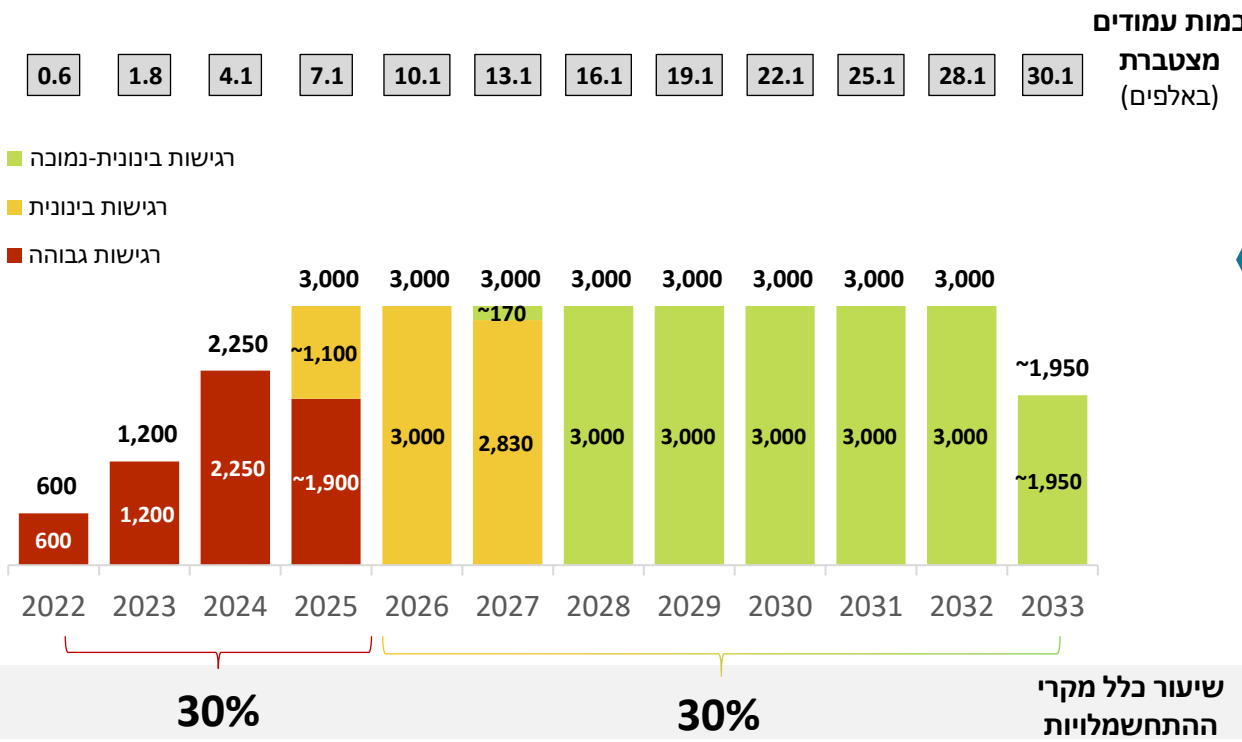
השוואה למצב בארץ מראה כי על אף הכוונות הטובות, קיימים אתגרים רבים במיטיגציה לעניין הפגיעה בבעלי כנף

נושא	מצב קיים בישראל – בהשוואה למדינות שנבחנו
מסגרת שיתוף הפעולה והיקפה	שיתוף פעולה מצומצם ונקודתי שאינו מערב את כל הגורמים הרלוונטיים בכל שלבי התהליך וללא מערכת מוסדרת למיסוד שיתוף הפעולה בין כלל בעלי העניין
מיגון רשת קיימת מפני התחשמלויות	לא נקבעה תכנית סדורה וארוכת טווח לטיפול בהתחשמלויות, אלא רק פרויקטים תגובתיים ונקודתיים
מיגון רשת קיימת מפני התנגשויות	כיום, הפעילות מסתכמת בפיילוטרים ראשוניים לכימות התופעה ובחינת אפקטיביות אמצעים מסוימים
צמצום הפגיעה בבעלי הכנף מהרשת חדשה	בהחלטת רשות החשמל להטמנת קווי הולכה לא נלקחה בחשבון הפגיעה בבעלי הכנף
מסגרות מימון	עיקר המיגון ממומן מתעריף החשמל והוא מוגבל לפרויקטים או סוגי קווים מסוימים, בעוד שבחו"ל ישנם מקורות מימון נוספים (כגון: האיחוד האירופי, קרנות אקולוגיות כמו Global Environment Fund ועוד)

מיגון מפני התחשמויות – התכנית המוצעת עבור הרשת הקיימת היא להאיץ את קצב המיגון הנוכחי ואת היקפו באמצעות שילוב מהותי של רחפנים (בכפוף להבשלה והוכחת היתכנות)

על ידי הרחבת תכנית המיגון הקיימת והאצת ביצוע הסימון, ניתן יהיה בתוך כשמונה שנים למגן כ-30 אלף עמודים

היקף מיגון העמודים בשנה, בחלוקה לפי אזורי רגישות (ללא עמודים פרטיים)*



הצעה עקרונית לתכנית למיגון עמודים, בחלוקה לפי אזורי רגישות (ללא עמודים פרטיים)*

קביעת ההיקפים והמיקומים המדויקים תתבצע עפ"י מודלי רט"ג המעודכנים ביותר**

אזור רגישות	מס' עמודים	שנים לביצוע
גבוהה	כ-6,000	עד 2025 (בתהליך, מוצעת האצה)
בינונית	כ-7,000	עד 2027
בינונית-נמוכה	כ-17,000	2027-2033
נמוכה	כ-110,000	יקבע בהמשך

עקרונות והנחות לשלביות התכנית: כיום חח"י ממגנת כ-1,200 עמודים בשנה (רובם ע"י צוותי התקנה שלה ועשרות ע"י רחפנים (בפיילוט)). הונח כי קצב המיגון של חח"י ל-1,500 עמודים בשנה. משיחות עם חברת הרחפנים, הוערך כי ניתן יהיה להרחיב את קצבי ההתקנה מבלי להזדקק למשאבים נוספים מהותיים של חח"י*** (בכפוף להצלחת הפיילוט)

הנחות שלביות:

- המשך התקנות ע"י צוותי חח"י - כ-1,200 עמודים ב-23' ו-1,500 עמודים מ-24' והלאה
- קצב התקנה של צוות מפעילי רחפן - כ-750 עמודים בשנה****
- מס' צוותי רחפן (לאחר הפיילוט) - ב-24': צוות אחד; ב-25': 2 צוותים
- הונחה מגבלה טכנולוגית: צוותי הרחפן ימגנו רק כ-50% מהעמודים (הפשוטים יותר למיגון)

הוכחת שיפור יכולות ביצוע המיגון באמצעות רחפנים תאפשר האצה משמעותית של התכנית הקיימת והגדלת מכסת העמודים השנתית באופן שיאפשר למגן את כלל העמודים שבדרגת סיכון שאינה נמוכה תוך שמונה שנים

במסגרת הניטור בפיילוט, נמצא כי תופעת ההתנגשויות פוגעת במגוון מינים בעלי מאפיינים שונים, בעיקר בקרבה למאגרי מים ובחורף

משתנה נבדק	תוצאות*	הסברים*
גודל בעל הכנף 	עופות קטנים נפגעו יותר מאשר עופות גדולים ובינוניים	- תעופה לילית: המינים הקטנים שנבדקו נודדים בלילה - נוכחות המינים הקטנים גבוהה יחסית - התלהקות: המינים הקטנים מתלהקים ובורחים במהירות בעת הפרעות
שימוש קרקע** 	מספר ההתנגשויות הגבוה ביותר התרחש בקרבת מאגרי מים	- בתי גידול לחים ושטחי חקלאות מהווים מקור משיכה מרכזי לעופות - ריכוז גבוה של עופות מעלה את ההסתברות להתנגשויות
עונת השנה 	החורף הוא העונה שבה התרחשו הכי הרבה התנגשויות	- תנאי ראות לקויים בגלל מזג אוויר - ריכוזים גבוהים של עופות חורפיים, בדגש על עופות מים

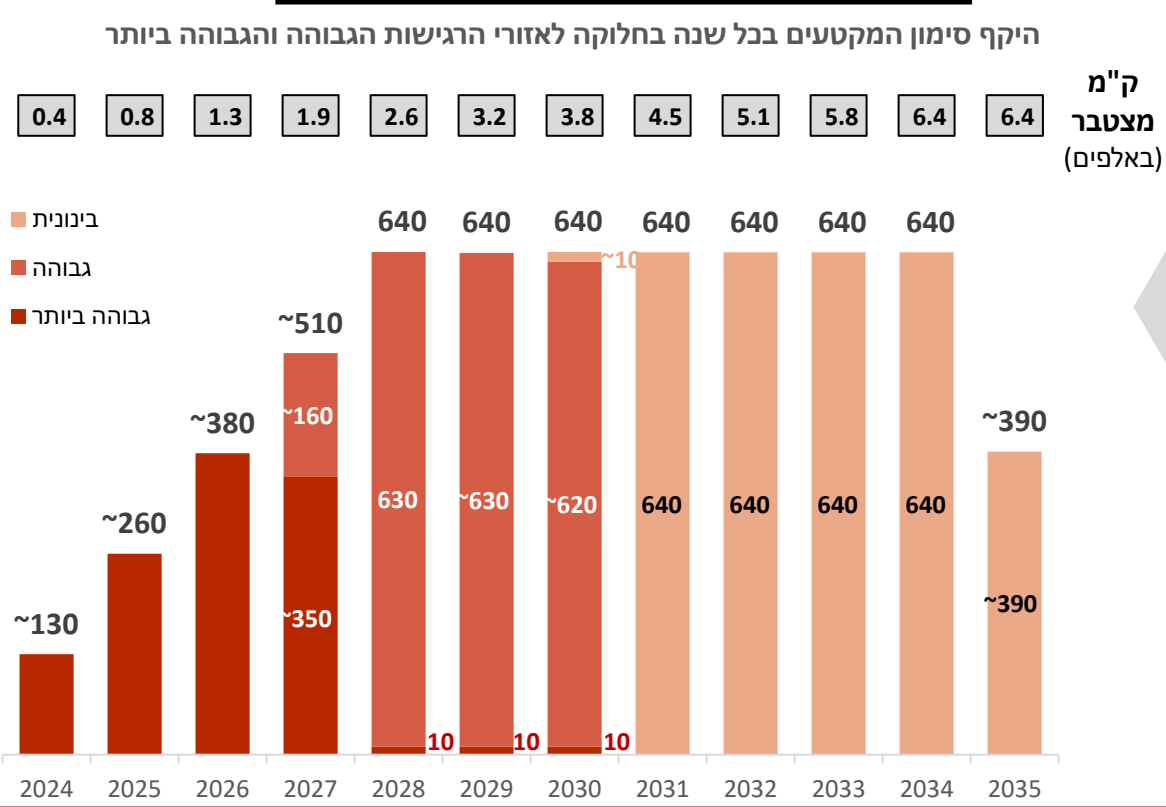
מתוצאות הניטור ניתן ללמוד על השפעת הגורמים הסביבתיים, הביולוגיים והעונתיים על היקף תופעת ההתנגשויות

*מקור: מצגת סיכום פיילוט לניטור התנגשויות עופות בקו מתח עליון בעמק יזרעאל, החברה להגנת הטבע, חברת החשמל, רשות הטבע והגנים והמשרד להגנת הסביבה (אוקטובר 2018)

**לא נבדק שטח בו נטוע מספר גדול של עצים. הנתונים עברו נירמול למספר ממצאים ל-1 ק"מ

סימון קווים למזעור התנגשויות – התכנית המוצעת כוללת סימון כלל המקטעים העיליים (ברשת קיימת וחדשה) באזורי רגישות בינונית ומעלה במהלך 12 השנים הקרובות

אנו מציעים בעשור הקרוב לפעול למיגון כלל המקטעים הקיימים והחדשים שעוברים בדרגות הרגישות הגבוהה והגבוהה ביותר



התכנית המוצעת היא סימון הדרגתי של כלל הקווים (מתח גבוה, על ועליון) בדרגת רגישות בינונית ומעלה עד שנת 2035

תכנית מוצעת לסימון קווים לפי אזורי רגישות (ללא רשתות פרטיות)*

אזור רגישות	היקף ק"מ ב-2030	נדרשים אמצעים לסימון	מועד ביצוע
גבוהה ביותר	1,153	~190K	עד 2027
גבוהה	2,034	~340K	2027-2030
בינונית	2,958	~495K	2030-2035
נמוכה	2,280	~380K	ייקבע בהמשך

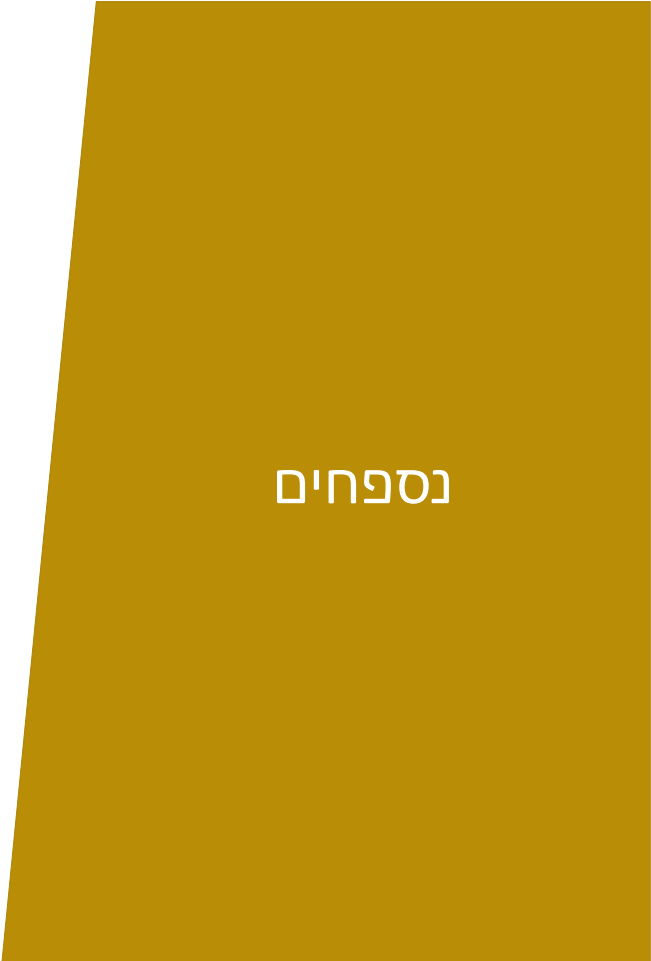
קביעת ההיקפים והמיקומים המדויקים תתבצע עפ"י מודלי רט"ג המעודכנים ביותר

עקרונות כלליים לשלביות התכנית:

- בשנת 2024 ובכפוף להצלחת הפיילוט ניתן יהיה להעמיד 2 צוותי מתקינים בעלי יכולת לסימון קווים בהיקף של כ-64 ק"מ בשנה (מבוסס על נתוני הפיילוט (כ-16 ק"מ ברבעון))
- משנת 2024 ועד 2028 מצבת הצוותים גדלה בהיקף של 2 צוותים בשנה עד להגעה להיקף של 10 צוותים שעובדים במקביל כך שישנה עלייה הדרגתית בהיקף הקווים המסומנים בשנה
- בתוך כל אזור רגישות מוצע לערוך תיעדוף בין הקווים השונים לעניין מועד הסימון (כגון במקרה של רשת הולכה אל מול רשת חלוקה)

המהלך המוצע תלוי בסיום מוצלח של הפיילוט והסכמות לגבי אמצעי הסימון והתמהיל הרצוי

*ניתוח TASC, פירוט הנחות: היקף הרשת העילית שעוברת כיום באזורי רגישות מבוסס על מסמך 'צמצום התנגשויות עופות בקווי מתח, ניתוח רגישות ארצי ומתווה לפיתרון', אסף מירז, זאב לבינגר וליה ברקן (נוב' 2019); עיבוד TASC לנתוני המודל המקורי בהתאם לעדכון מפת האזורים הרגישות להתנגשויות של עופות בקווי מתח (כפי שמופיע במצגת טבע BIZ); היקף הרשת העתידית שצפויה לעבור בחלוקה לאזורי רגישות – גידול הרשת לפי 'תכנית הפיתוח למקטע המסירה לשנים 2023-2030' שפירסמה רשות החשמל (על בסיס תכנית הפיתוח של מנהל המערכת) והנחת התפלגות בין האזורים הרגישות בהתאם להתפלגות של הקווים הקיימים.



נספחים

- התנגשויות בעלי כנף
- פגיעה במרקם אקולוגי
- פגיעה בקרקע ובשטח
- פגיעה בנוף
- מאגרי מידע וניטור ובקרה – סקירה בינלאומית ומבט השוואתי

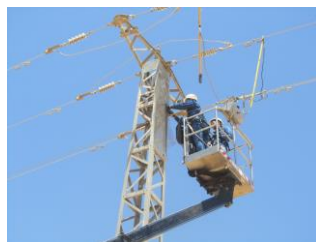
פגיעת הרשת במרקם האקולוגי – פרישת קווי רשת עיליים מסייעת לחדירת מינים מתפרצים דוגמת עורבים

הפתרון – מיגון עמודי מתח גבוה זוויתיים מפני קינן עורבים

ב-2018 יצאה חח"י לפיילוט למיגון 5 עמודי זווית של מתח גבוה בקו אשלים קציעות

תוצאות ומסקנות:

- המיגון יעיל במניעת קינונם של עורבים
- רשתות המיגון עמידות לאורך זמן
- יש להקפיד על התקנה נכונה של רשתות המיגון



הבעיה – קינן עורבים על עמודי חשמל והתפשטותם לאזורים אקולוגיים בהם לא אמורים להימצא

- עורב חום עורף – מין יציב המצוי בחבל המדברי ואשר מקנן באופן טבעי בעיקר בכוכי מצוקים וצמרות עצים
- אמנם עדיין מדובר בתחום מצומצם, אך תחום תפוצת המין מתרחב לאזורים חדשים עקב קיננו על עמודי הזווית של המתח הגבוה והמתח העליון
- התפשטותו לאזורים אלו מביאה לפגיעה מ-3 סוגים:
 - פגיעה אקולוגית בבע"ח שהעורבים צדים*
 - נזק לרשת החשמל עקב התחשמלויות העורבים
 - נזקים חקלאיים בעיקר במטעי תמרים

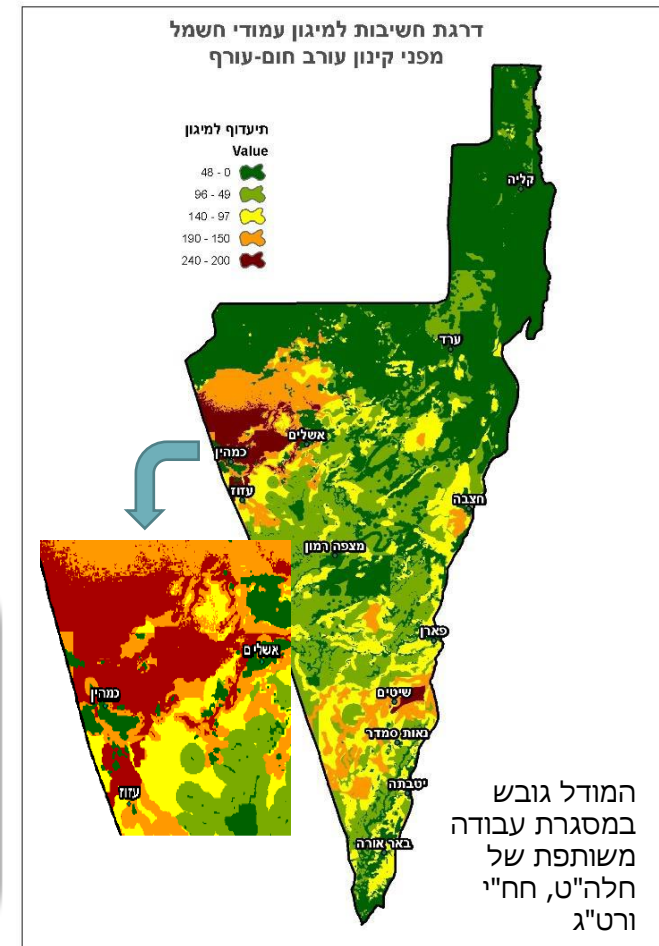


*דוגמאות: צב היבשה המדברי, שנונית באר שבע, ועוד. העורבים גם חומסים ביצים של עופות דוגרי קרקע.

לאור השאיפה למנוע את התפשטותם של עורבים חומי עורף, גובש מודל למיפוי אזורי הקינון של המין המתפרץ לצורך יצירת תיעדוף למיגון עמודי החשמל מפני קינונו

**מיפוי אזורי הקינן בוצע תוך התחשבות במספר גורמים
ובמטרה לאתר מיקום מיטבי להרחבת פיילוט המיגון**

- מודל המיפוי גובש באמצעות התחשבות במספר פרמטרים מרכזיים (מרחק ממצוק, מין דוגר קרקע בסכנת הכחדה, קרקעות לס, מרחק משטח בנוי ותפוצה של צב יבשה מדברי)
- לאחר גיבוש המודל, זוהה האזור האולטימטיבי להרחבת הפיילוט



- **המקטע שנבחר:** קו מתח גבוה בין ניצנה לעזוז
- **אורך המקטע:** 6.5 ק"מ ו-15 עמודים הדורשים מיגון
- **סה"כ עלויות מוערכות:** 115,000-150,000 ש"ח

לאחרונה הורחב פיילוט מיגון העמודים מפני קינן עורבים באזור הרגיש ביותר, אולם **עדיין קיימים מינים נוספים שמקננים בעמודי חשמל שטרם טופלו וכך תפוצתם מתרחבת באופן שאינו טבעי***

*כך לדוגמה במקרה של המיינה המצויה (*Acridotheres tristis*) אשר פלשה לישראל סביב שנת 1997 וכיום כבר נחשבת לציפור הרביעית בתפוצתה בארץ. המיינה דוחקת ומגרשת מינים מקומיים, חומסת ביצים וגוזלים של ציפורי שיר, מתחרה על מקורות מזון ונשאית פוטנציאלית של מחלת מלריית העופות הקטלנית. בין השאר, היימנה מקננת על גבי עמודי חשמל וכך הם תורמים להתרחבות תפוצתה. מקור: דו"ח מבקר המדינה, המשרד להגנת הסביבה – מניעת נזקי מינים פולשים ושמידה על המגוון הביולוגי (מאי 2022)

בנוסף לתרומתה לתפוצתם של מינים מתפרצים, פרישת הרשת העילית עלולה לסייע להחדרת מיני צומח פולשים לקרקע

לפי חח"י*, היא פועלת במספר דרכים לצמצום השפעת הרשת על חדירת המינים הפולשים

בעת תכנון הרשת

- מבוצע תסקיר אקולוגי לבחינת השפעות פרויקטים מתוכננים על מיני בעלי החיים והצומח בתוואי הרלוונטי

לאחר תכנון הרשת

- מבוצע שיקוף סביבתי של שטחי העבודה להקמת העמודים וטיפול במינים פולשים לצורך שמירה על בתי גידול יחודיים



טיפול בשיטה כחלחלה ע"י ביצוע חריטה ומירחת קוטל | צילום: ד"ר ז'אן-מארק דופור-דרור

הבעיה – הנחת מתקני הרשת פוגעים בבתי גידול בקרקע ותורמים לביסוס מינים פולשים

- בסקירה שנערכה ב-2016* וכללה 20 מתקני תשתית של רשת החשמל, נמצאה עדות למיני צמחים פולשים ב-75% מהמקרים
- במסגרת הסקירה בוצע מיפוי פרטני של מינים פולשים במתקנים הממוקמים בשטחים פתוחים (כגון שיטה כחלחלה, קיקיון מצוי, אילנתה בלוטית, לנטנה ססגונית ועוד)



צמחים פולשים בסמוך לבסיס מתח עליון | צילום: דפנה שחורי

בעיית המינים הפולשים מוכרת ע"י חח"י ונעשה בשנים האחרונות ניסיון לטפל בנושא. עם זאת, נראה כי הפתרון הוא חלקי וניתן לבחון אמצעים מניעתיים נוספים לטיפול בנושא

נספחים

- התנגשויות בעלי כנף
- פגיעה במרקם אקולוגי
- פגיעה בקרקע ובשטח
- פגיעה בנוף
- מאגרי מידע וניטור ובקרה – סקירה בינלאומית ומבט השוואתי

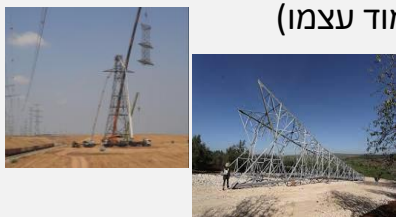
פגיעה בקרקע ובשטח – הקמת רשת החשמל עלולה לפגוע משמעותית בשטח שעל גביו היא מוקמת וכן אף בשטח הסובב אותה בעת הקמתה

את הפגיעות בקרקע הנגרמות מהקמת רשת חשמל עלית ניתן לחלק ל-2 סוגים

פגיעות זמניות/ נלוות עבור הרשת*

הפרת שטחים קיימים עבור עבודות הקמת העמודים

לכל עמוד הולכה נדרש שטח של כדונם עבור מנופי ההרמה והנחת הצידוד הנדרש (לרבות העמוד עצמו)



פריצת דרכי תחזוקה לצד תוואי הרשת

- פגיעה זו חמורה במיוחד במקרים של טופוגרפיה הררית המחייבת פריצת דרכים עקלקלות
- קיימות עדויות לכך שלעיתים הדרכים משמשות לפעילויות של בניה לא חוקית והשלכת פסולת



פגיעות קבועות שנגרמות ישירות מהרשת*

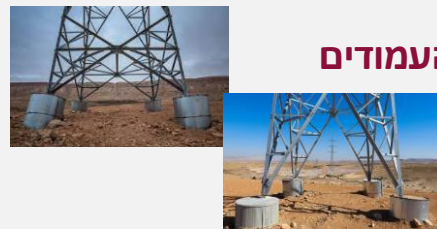
חישוף משטחים וכרתית עצים

לצורך העברת הרשת באזורים מיוערים/ חורשיים, יש צורך בחישוף בבסיס העמודים ובגיזום מאסיבי לכל אורך הקו



יציקת בטון לקרקע בבסיס העמודים

לצורך קיבועם הבטוח



חציבה בקרקע ויצירת קירות מלאכותיים

לצורך יצירת משטח מאוזן עבור העמודים

* מקורות: חוות דעת אקולוגית למשמעויות של המשך הטמנת קו מתח עליון במכתש רמון, ד"ר אסף צוער (מאי 2021); ריאיונות עם גורמים מרשות הטבע והגנים וחברת החשמל

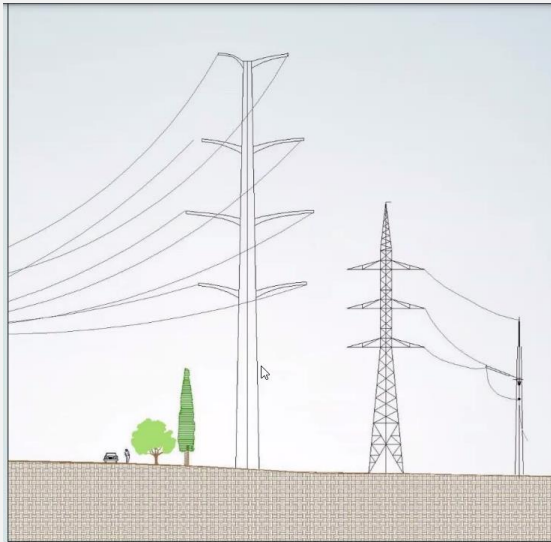
נספחים

- התנגשויות בעלי כנף
- פגיעה במרקם אקולוגי
- פגיעה בקרקע ובשטח
- פגיעה בנוף
- מאגרי מידע וניטור ובקרה – סקירה בינלאומית ומבט השוואתי

לאחר הקמתה, רשת החשמל מהווה אלמנט דומיננטי שפוגע משמעותית בנוף

קיימות 2 דרכי התמודדות מרכזיות להפחתת הפגיעה הנופית של קווי מתח

- הטמנת הקווים
- פרישת הקווים בתוואי "מוסתר", כגון:
 - הימנעות ממעבר בנק' שיא גובה
 - הצמדות לתשתיות קיימות אחרות
 - פרישה במקביל לשדרות עצים ורכסים



אלמנטים חזותיים

סוג הקו

קווי מתח על (400KV)

- גובה העמודים: 30-80 מטר ואף יותר
- קונסטרוקציה הנדסית מורכבת
- הכבלים המוליכים כוללים 3 כבלים לכל פאזה כרוכים יחדיו ולכן נראים למרחוק



קווי מתח עליון (161KV)

- גובה העמודים: 20-50 מטר
- קונסטרוקציה הנדסית מורכבת



קווי מתח גבוה (22-33KV)

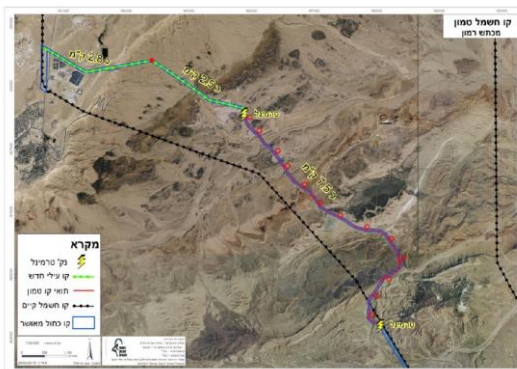
- גובה העמודים: עד 30 מטר



לאחרונה, הפגיעה הנופית של רשת החשמל במכתש רמון הביאה למחאה ציבורית שתוצאתה הייתה הטמנת קו מתח עליון שתוכנן להיפרש בצורה עילית

- בתחילת שנות ה-2000, במסגרת שדרוג קו אילת-פארן תוכנן להציב קו מתח עליון באורך כ-10 ק"מ במכתש רמון
- בשל התנגדויות גורמי סביבה ותושבי האזור, שר האנרגיה דאז הודיע על תמיכתו בהטמנת הקו
- אולם במהלך ביצוע העבודות התברר שרק חלק מהקו יוטמן, כך ש-2.7 ק"מ מהקו יהיה עילי ויכלול 14 עמודים
- בעקבות מחאה ציבורית משמעותית כנגד הצבת המקטע העילי, אישרה הממשלה לפרק את המקטע העילי ולהטמינו

מקרה מכתש רמון הוא ייחודי – בפעם הראשונה בישראל, קו הולכה הוטמן בגין פגיעתו של קו עילי בנוף



עקב הצפיפות במדינה, התגברות מודעות התושבים ומחאות NIMBY, כמו גם הכוונה לפתח ולהרחיב משמעותית את רשת החשמל, ככל הנראה צפויים להתהוות מקרים דומים נוספים בעתיד