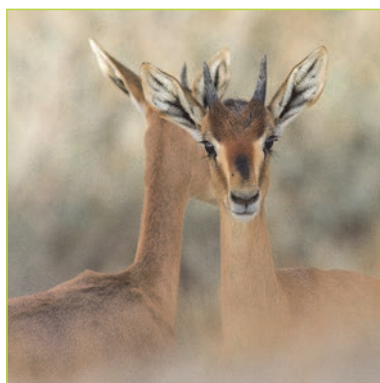


מסדרונות אקולוגיים מהלכה למעשה

עקרונות והנחיות לתכנון וממשק מסדרונות אקולוגיים בישראל



דותן רותם, ניר אנגרט, עזרי אלון, חווה גולדשטיין וגיל בן-נון





מסדרונות אקולוגיים – מהלכה למעשה עקרונות והנחיות לתכנון וממשק מסדרונות אקולוגיים בישראל

דותן רותם, ניר אנגרט, עזרי אלון, חווה גולדשטיין וגיל בן־נון

מדינת ישראל מתפתחת בקצב מהיר ושטחים פתוחים בה הופכים לאזורים מיושבים כל העת, על חשבון הטבע והנוף. כתוצאה מכך גדל החיכוך בינינו בני האדם לבין הטבע ואנו עוסקים באופן יום יומי במציאת פתרונות שיאפשרו הן לאדם והן לטבע להמשיך ולהתקיים זה לצד זה.

במרוצת השנים הצלחנו להטמיע במוסדות התכנון בישראל ובמשרדי תכנון רבים את המושג "מסדרונות אקולוגים" וכיום הוא מהווה פריצת דרך בחשיבה התכנונית המרחבית של מדינת ישראל המכוונת לשמירה על רציפות השטח הפתוח בהיבטים אקולוגיים, דמוגרפיים ואבולוציוניים. הרציפות מאפשרת תנועה בין אזורים סמוכים ושמירה על מגוון גנטי שמבטיח את עמידות המין.

כך למשל אנו יודעים היום שבנייתם של פסי הרכבת לאילת, כהמשך מימוש החלום הציוני של בניית הארץ, יסב נזק הרסני לנופו הבראשיתי של הנגב ולעולם הטבע בו גם בגלל הגברת הקיטוע של מרחב רציף זה. לפיכך מתנגדת רשות הטבע והגנים להנחת פסי הרכבת לאילת על הקרקע ודורשת שקטעים מסוימים וחשובים יועברו במנהרות- כמו בכל העולם וכפי שנעשה עם תוואי הרכבת לירושלים. גורמי הקיטוע העיקריים הם כבישים ומסילות ברזל, גידור, מעקות בטיחות בכבישים, שדות סולאריים מוקפי גדרות ועוד. בכל מקום אנחנו נמצאים על מנת לסייע במציאת פתרונות סינרגיים.

המסמך המונח לפניכם מציג את רעיון המסדרונות האקולוגים ואת התאמתם למציאות התכנונית הישראלית העכשווית. הוא בוחן את השטחים הפתוחים השונים וממליץ על הפעולות בהן כדאי לנקוט על מנת לשמור על שטחים אלו מתפקדים מבחינה אקולוגית בכלל ובדגש על יכולת התנועה של בעלי חיים וצמחים במרחבים אלו.

הגדרות אלו מצויות ומקובלות בעולם המפותח ואנחנו גאים להיות חלק מן החשיבה המתקדמת לרווחת היצורים שאין להם ייצוג בוועדות...


שאול גולדשטיין
מנכ"ל

הכותבים

דותן רותם – אקולוג שטחים פתוחים בחטיבת המדע ברשות הטבע והגנים
 ניר אנגרט – מנהל אגף שטחים פתוחים בחטיבת תכנון ופיתוח ברשות הטבע והגנים
 עזרי אלון – מתכנן מחוז הדרום ברשות הטבע והגנים
 גיל בן־נון – מתכנן במחוז צפון ברשות הטבע והגנים
 חווה גולדשטיין – אקולוגית מרחב גולן במחוז הצפון ברשות הטבע והגנים

תודות:

לכתיבת מסמך זה תרמו רבים בהערות והארות מועילות. תודה לד"ר יהושע שקדי על הקריאה המעמיקה התיקונים וההארות ולאקולוגים המחוזיים והמרחביים ברט"ג שהוסיפו מניסיונם במהלך השנים שבהן נכתב המסמך; תודה מיוחדת לגילה הציונית, לתמי קרן-רותם ולענבר חשמונאי על סיוע בעיצוב המפות; תודה לעדי גרינבאום על העריכה וההבאה לדפוס; תודה ללילך צ'לנוב על עריכת הלשון; תודה לגלעד וייל ולאילן גוייכמן על סיוע בהכנת המפות ועל תמיכה בתחום ה־GIS, לאוהד הצופה על הסיוע בנושא קווי חשמל ולאבי אוזן על הסיוע בנושא נחלים.

המלצה לציטוט:

רותם ד., אנגרט נ., אלון ע., גולדשטיין ח. ובן־נון ג., 2015, מסדרונות אקולוגיים – מהלכה למעשה, עקרונות והנחיות לתכנון וממשק מסדרונות אקולוגיים בישראל, רשות הטבע והגנים, ירושלים.

תוכן העניינים

5	מבוא
7	מילון מונחים
9	1. מסדרונות אקולוגיים
13	2. רוחב מומלץ למסדרונות אקולוגיים ועורקים ירוקים בשטחים פתוחים
17	3. כיצד לשפר את תפקודם של מסדרונות אקולוגיים
17	3.1 שטחים פתוחים – כללי
19	3.2 שטחי חקלאות
22	3.3 תשתיות אורכיות
32	3.4 נחלים, תעלות ועורקי ניקוז
35	4. הטמעת ההמלצות בדבר מסדרונות אקולוגיים ורצף שטחים פתוחים בתכניות ארציות ואזוריות
37	5. מיפוי המסדרונות האקולוגיים וצווארי הבקבוק – ניתוח מצב קיים, מסקנות והמלצות
55	6. רשימת ספרות

מבוא

המסדרונות האקולוגיים וחיבתם הוצגו במסמך "מסדרונות אקולוגיים בשטחים פתוחים: כלי לשמירת טבע" (שקדי ושות', 2000), ולאחר ארבע עשרה שנים מצאת המסמך הזה, הטמעתו והטמעת מושגיו בכל רמות התכנון, עלה הצורך לעדכנו. העדכון שלפניכם סוקר את כל אזורי המדינה, ויש בו התוויה מדויקת יותר באזורים שבהם כבר הייתה התוויה כללית, וכן הוראות והנחיות בדבר עשה ואל-תעשה בכל שטח שבו מוצע מסדרון אקולוגי. כדי ליצור שפה משותפת נכתב "מילון מונחים" שנועד לסייע לקוראים להבין במונחים מרכזיים העולים במסמך, כמו "עוגן", "מסדרון אקולוגי", "עורקים ירוקים" (GREENWAYS), "מעבר הכרחי", "מעבר עילי" ומונחים נוספים.

התווית המסדרונות הראשונה נעשתה על בסיס סיורי שטח, תצפיות וניתוח תכניות מתאר ארציות. חידוש מפת המסדרונות מתבססת על רזולוציה גבוהה יותר של מידע העומדת לרשותנו בדמות תכניות המתאר המחוזיות, ולפעמים גם בעזרת תכניות מתאר של מועצות אזוריות או מועצות מקומיות. אולם מעבר להיבט התכנוני, חלק ניכר מהמסדרונות האקולוגיים מתבססים על תצפיות בבעלי חיים. תוספת זו התאפשרה בזכות השימוש התכוף במחשבי כף יד בידי אנשי השטח ברט"ג. בעשור האחרון נאספו למעלה מ-100,000 תצפיות, חלקן משמשות לעדכון ולבחינת "נכונות" ההתוויה של המסדרונות האקולוגיים. במקרים מסוימים חוסר בתצפיות במין מסוים מפנה את תשומת לבנו לבחינת שיפור תפקודו של שטח פתוח כמסדרון אקולוגי.

בפרק הראשון במסמך זה מוגדרת בקצרה חשיבותם של המסדרונות האקולוגיים לתפקודן התקין של מערכות אקולוגיות טבעיות ומנותקות זו מזו. הפרק השני דן ברוחב המיטבי לתפקודם הסביר של מסדרונות אקולוגיים על פי סקירת ספרות מהעולם ומחקרים שנערכו בישראל, ומבקש לענות לשאלה העולה בדיונים רבים בדבר רוחב השטח הנדרש בסוגים שונים של תאי שטח. בפרק השלישי מפורטים רכיבי הנוף המהווים מסדרונות אקולוגיים בין שטחים שמורים: נחלים, שטחים חקלאיים, יערות נטועים ושטחים טבעיים. כל רכיב בנוף נותח מבחינה מבנית ומבחינה תפקודית והוגדרו האיזומים היכולים להשפיע על היותו מסדרון אקולוגי. לכל רכיב נוף או שימוש שטח נכתבו המלצות בהיבטים של תכנון ובהיבטים של ממשק (ניהול השטח) היכולות לשפר את תפקודו האקולוגי של שטח שהוגדר מסדרון אקולוגי. לקראת סיום כתיבתו של מסמך זה נוספו המסדרונות האקולוגיים לעדכון של תמ"א 35. התוויתם נעשתה על פי צירים ראשיים המסומנים כקווים רציפים. קווים אלו מסמנים את המקומות המרכזיים שבהם חשוב לבסס מסדרונות אקולוגיים מתפקדים. לסימון זה אף הוספה ההנחיה הזאת: "מוסד תכנון הדין בתכנית באזור בו מסומן מסדרון אקולוגי ישקול את שמירת רציפות השטח הפתוח, ויקבע במידת הצורך את ההוראות לכך". יש לציין כי בכמה מועצות אזוריות, ואף בתכניות מתאר מחוזיות, הוטמעו המסדרונות האקולוגיים בתכניות ואף הוגדרו הנחיות בדבר שמירת רצף השטח הפתוח בהם. הפרק הרביעי מרכז דוגמאות להנחיות שניתנו בתכניות מתאר ארציות, אזוריות ומקומיות בדבר שמירה על רצף שטחים פתוחים ועל מסדרונות אקולוגיים. בפרק האחרון מובאת ערכת מפות המציגות את פרישת המסדרונות האקולוגיים הארצית ואת מקומם של צווארי הבקבוק הקיימים ואת אלו שיתהוו עם הרחבת רשת התשתיות האורכיות הקיימת. בנקודות אלו יש לתת מענה לחסימת המסדרון במעברים מבוזים, תחתיים או עיליים. מפות נוספות מציגות את המסדרונות האקולוגיים ביחס למרקמים בתמ"א 35. נוסף על כך, מוצגות מפות של המסדרונות האקולוגיים על רקע תכניות המתאר המחוזיות, וכן מפה המגדירה שטחי מסדרונות טבעיים שבהם מומלץ להעניק לשטחים הפתוחים מעמד סטטוטורי של שטח שמור. מפות אלו מציגות את האזורים בעלי החשיבות המרבית לשמירה על מסדרונות אקולוגיים מתפקדים.

מסמך זה מרכז מידע רב ממסמכים מדעיים וממסמכים והנחיות מרחבי העולם. חלק מההנחיות ניתנו כלשונון ואחרות הותאמו לתנאי הארץ ולמדיניות התכנון הנהוגה כאן. הובאו דוגמאות מתכניות ומיזמים שבהם הוטמעו המלצות לשיפור תפקודם האקולוגי של מסדרונות ושל מעברים הכרחיים. במקומות שבהם ניתנו הנחיות והמלצות מופנים הקוראים למסמכים האלה, חלקם בעברית. את תכניות התשתית ותכניות השטחים הפתוחים אפשר למצוא בחיפוש פשוט באינטרנט, באתר משרד הפנים או באתר רמ"י (רשות מקרקעי ישראל). מסמכים שכתבו עובדי רשות הטבע והגנים אפשר לאתר באתר המגוון הביולוגי www.nature-conservation.org.il, או באתר של רשות הטבע והגנים www.parks.org.il. לשם המחשה של חלק מההנחיות צורפו למסמך תצלומים ואיורים רבים. אנו מקווים שמסמך זה ישפר את הבנת מושג המסדרונות האקולוגיים, ויישום ההנחיות שבו ישפר את תפקודם של השטחים שהוגדרו מסדרונות אקולוגיים.

מילון מונחים

מסדרון אקולוגי – שטח פתוח שאינו נתון לשינויים תדירים במרחב ובזמן ומחבר בין שני אזורים טבעיים. שטחו של המסדרון מאפשר קיום של מחזורי חיים שלמים ומעבר של מגוון רחב של אורגניזמים. במקרים רבים מתייחסים למסדרון כאל שטח צר שאורכו גדול מרוחבו והוא שונה מסביבתו. למונח זה הגדרות רבות ושונות זו מזו באזורים שונים בעולם (Vos et al., 2002; Hilty et al., 2012).

עוגן במסדרון אקולוגי – שטח שמתקיימות בו מערכות אקולוגיות טבעיות. שמורות טבע וגנים לאומיים ויערות תמ"א 22 הם שטחים טבעיים המעוגנים מבחינה סטטוטורית. מסדרונות אקולוגיים מחברים בין עוגנים הסמוכים זה לזה.

אבני קפיצה (Stepping stones) – מערך של תאי שטח קטנים ומנותקים זה מזה המקיימים צומח טבעי בתוך שטח שאינו טבעי (במטריקס, למשל, שטחי חקלאות). מבחינה מרחבית יוצרים השטחים האלה ציר מעבר בין שני עוגנים. בעלי חיים וצמחים יכולים לנוע "בדילוגים" בין הכתמים וכך לעבור בין שני עוגנים.



שני עוגנים המחוברים במסדרון אקולוגי רציף ובמסדרון אקולוגי המבוסס על אבני קפיצה (על פי Hilty et al., 2012).

עורק ירוק (Greenways) – רכיבים צרים וארוכים בנוף שבהם מתפתח צומח טבעי או טבעי למחצה. לדוגמה, שולי שדות, טרסות, משוכות (hedgerows) המפרידות בין חלקות חקלאיות, שולי תעלות וכיוצא בזה.

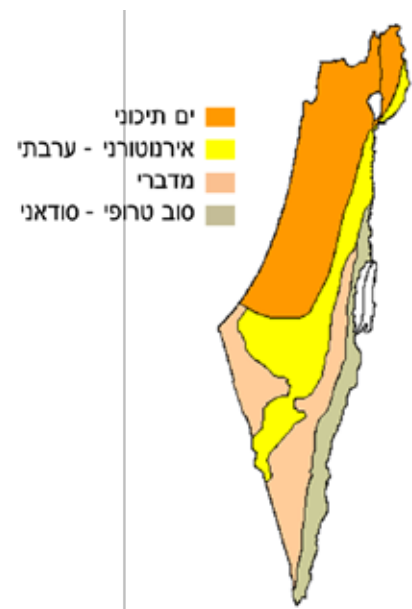
קישוריות (Connectivity) – מונח מקצועי המגדיר את מידת העבירות של שטח לאורגניזם (בעלי חיים וצמחים) בין שני מקורות של משאבים הנדרשים לקיומו של המין. הקישוריות היא קישוריות פיזיקלית, כלומר תלויה במבנה השטח ובסידור המרחבי של כתמי המשאב שביניהם עובר האורגניזם, וקישוריות פונקציונלית, שהיא מידת התנועה בפועל של פרטים בין כתמי המשאב. קישוריות גבוהה מאפשרת הפצה של זרעים ושל צאצאים, קישוריות נמוכה עלולה לגרום גם להכחדה של מינים הנותרים "כלואים" בתא שטח קטן שהמשאבים שבו מתכלים.

תשתית אורכית

- **על פני הקרקע** (עד גובה עשרה מ'): כביש, מסילת ברזל, גדר מערכת ביטחונית, מכשול קו התפר, תעלת מים בנויה וכל רכיב הנדסי אחר, שיש בהם כדי לקטוע רצף שטח פתוח ולחסום אותו למעבר של בעלי חיים קרקעיים בעיקר. ככול שרוחב התשתית גדול יותר מידת הקיטוע גבוהה יותר. יתכנו גם מצבים שבהם הכביש צר אך משני עבריו בנויים קירות חצובים גבוהים.
- **מעל פני הקרקע** (עשרה מ' ומעלה): קווי חשמל – מתח נמוך, גבוה ועליון, היכולים לפגוע בעופות, וטורבינות רוח הממוקמות לאורך צירים אורכיים.
- **מתחת לפני הקרקע**: קווי חשמל וגז טמונים, קידוחי צנרת ומנהרות תשתית היכולים לקטוע תא שטח למעבר בעלי חיים מתחפרים ולקטוע זרימת מי תהום רדודה, ובכך להשפיע על צומח מקומי או על שפיעת מעיינות בתא שטח גדול יותר.
- **מעבר הכרחי (צוואר בקבוק)** – אזור שבו המסדרון האקולוגי נהפך צר בגין תשתית אורך, כמו כביש ומסילת ברזל שאפשר לחצות אותם רק במעברים תחתיים או עיליים צרים. מעבר הכרחי הוא גם אזור שבו בנייה צפופה או מגבלות אנתרופוגניות אחרות (כמו תאורה, רעש, גידור וכיוצא באלה) פוגעות בתפקודו של המסדרון האקולוגי.
- **מעבר עילי לבעלי חיים** – גשר, רכיב הנדסי אחר, או רצף של שטח טבעי שנוצר בעקבות כריית מנהרה, מקשר בין שטחים טבעיים וממוקם מעל תשתית אורך. על פני הגשר הבנוי יוצרים באמצעים מלאכותיים רצף של השטח טבעי משני עבריו.
- **מעבר תחתי לבעלי חיים** – מעבר הכרחי החוצה תשתית אורך. מעבר זה מעוצב ומגונן כהמשך רציף של בית הגידול משני עברי המעבר. המעברים האלה יכולים להתבסס על מערכות הניקוז הקיימות, אך יש לבסס מעברים יעודיים גם במקומות שיש בהם צורך אקולוגי בשמירה על רצף שטח פתוח.
- **מדרגה יבשה** – מדרגת בטון מוגבהת בתוך מעביר מים המשמשת מעבר הכרחי ומאפשרת חצייה של מעביר המים גם בזמן שהמעבר מוצף.
- **מגוון ביולוגי** – מכלול המערכות האקולוגיות והנופיות המקיימות את עולם החי. אפשר לחלק את המגוון הביולוגי לשלושה רכיבים:
- **מגוון גנטי** – מידת הגיוון בתוך המין עצמו. בעיקרון, ככל שהאוכלוסיות גדולות יותר הגיוון הגנטי גבוה יותר.
- **מגוון מינים** – מידת השונות של מינים בתא שטח מוגדר.
- **מגוון מערכות אקולוגיות** – מידת הגיוון של התנאים הסביבתיים המתקיימים במערכות אקולוגיות ברמה האזורית והעולמית. ככל שהתנאים במערכות אקולוגיות שונים זה מזה הם בסיס לקיומו של מגוון רחב יותר של מינים.
- **סחיפה גנטית** – תהליך גנטי המתרחש בכל אוכלוסייה. במצב זה אין קשר בין התאמת המטען הגנטי של הפרט לסביבתו (כמו בתהליך הבררה הטבעית). התהליך נובע מאקראיות שבתהליך התורשתי ברבייה מינית. במקרים קיצוניים הוא עלול לגרום להכחדות האוכלוסייה עקב צבירת תכונות שאינן מותאמות לסביבה המשתנה.
- **תהליכים דמוגרפיים** – תהליכים המגדירים את התמורות בגודלה של אוכלוסייה נתונה על ידי נתוני ילודה, תמותה והגירה.

1. מסדרונות אקולוגיים

ארץ ישראל היא אזור שבו מעברים אקלימיים חדים על ציר צפון-דרום ומערב-מזרח בטווח של מאות קילומטרים ועשרות קילומטרים בהתאמה (איור 1). המעברים האקלימיים מתבטאים בשינויים במשקעים, ובעקבות כך בתצורות הצומח העיקריות. האקלים היס-תיכוני מאפיין את צפונה ומערבה של ישראל, ונופי הצומח העיקריים באזורים אלו הם חורש יס-תיכוני. ממזרח ומדרום לרצועה היס-תיכונית משתרעת רצועה צרה המוגדרת אירנו-טורנית. זוהי רצועה אקלימית המתאפיינת בחורף קר ויבש של פנים היבשת. הצומח ברצועה זו מיוצגת הוא בעיקר בתות, שהן תצורת צומח נמוכה המורכבת בעיקר מבני שיח נמוכים ומצומח עשבוני. הרכיב האקלימי הדרומי והמזרחי ביותר הוא המדברי, ובו כמות המשקעים השנתית מועטה וכיסוי הצומח שבו אינו רציף. האזור שמדרום לקו מכתש רמון מוגדר מדבר קיצוני, ובו כמות המשקעים השנתית היא מתחת ל-50 מ"מ והצומח גדל בערוצים מרכזיים. לאורך בקע ים המלח, מאילת ועד לעמק החולה, מתקיימים סביב מעיינות ומלחות מיני בעלי חיים המייצגים אקלים סובטרופי. תחומי האקלים האלה הם הבסיס לחלוקה נוספת למערכות אקולוגיות המייצגות מכלול של תנאים אביוטיים (טמפרטורה, משקעים, סוג קרקע וכיוצא בזה) ותנאים ביוטיים (בעלי חיים וצמחים ואורגניזמים אחרים) ויחסי הגומלין שביניהם.



איור 1. אזורים אקלימיים ופיטוגאוגרפיים בישראל (על פי אלון, 1984).

המערכות האקולוגיות מיוצגות בישראל בשמורות הטבע. יש מערכות אקולוגיות ש-10% או יותר משטחן מיוצגים בשמורות טבע (למשל, חורש יס-תיכוני), ויש מערכות אקולוגיות המיוצגות בחסר, מכיוון ששטחיהן מתאימים לחקלאות או מנוצלים למגורים ולתשתיות. דוגמה למערכות אקולוגיות אלו הן קרקעות קלות לאורך מישור החוף, חולות, קרקעות כבדות בעמקים ומישורי לס (רותם ואחרים, 2014). רוב השטחים השמורים בישראל מצפון לבאר שבע קטנים ומנותקים זה מזה. אפשר לדמות את התופעה של השמורות המנותקות זו מזו בתווך שאינו מכוון לשמירה על מערכות אקולוגיות טבעיות לאיים בים. תאוריה העוסקת בגודלם של איים, במרחקם זה מזה ובחשיבות ההגירה אליהם הציגו ב-1967 אדוארד אוסבורן ווילסון ורוברט מקארתור. תאוריית האיים של מקארתור ווילסון גורסת שככל שהאי (השמורה) גדול יותר, סיכווי ההכחדה של האוכלוסיות שבו נמוכים יותר. כמו כן, ככל שהאי קרוב יותר למקור שממנו מינים מגיעים לאי, קצב ההגעה של מינים גבוה יותר. לפיכך מספר המינים באי (בשמורה) נקבע על ידי שיווי המשקל שבין תהליכי האכלוס לתהליכי ההכחדה, התלויים, כאמור, במרחק מהמקור ובגודל האי. אולם לשמורות טבע אין מקור המספק להן מינים כמו לאיים וולקניים באוקיאנוס, לכן מתאים יותר להשוות את השמורות המנותקות למבנה של אוכלוסיות-על (Levins, 1969; Hilty et al., 2012), שבו כל אי (שמורה) הוא מקור לאיים (שמורות) סמוכים. לפיכך, תפקודה של המערכת האקולוגית המיוצגת בשמורה נתונה לאורך זמן תלוי רבות בשטח השמורה, קרי בגודלה, ובחיבורה לשמורה הבאה (Hellmund & Smith, 2006).

כאמור, מרבית השטחים השמורים בישראל קטנים בשטחם ומאוימים מפיתוח לסוגיו, ויש חשיבות רבה בהגירה מהשטחים המוגנים אל השטחים המקיפים אותם ובחזרה לאותו שטח או לשטח מוגן אחר. ההגירה תומכת בשני תהליכים חשובים: אכלוס של מקומות ותוספת פרטים לאוכלוסיות שנפגעו מסיבות כלשהן, והחלפת חומר גנטי בין אוכלוסיות (Linehan et al., 1995). בתהליך הרבייה בעלי חיים וצמחים מעבירים חומר גנטי בין פרטים ומורשים לצאצאיהם תכונות המסייעות לפרט להתמודד עם שינויים סביבתיים מידיים ועתידיים. זהו תהליך חשוב לשמירת המגוון הגנטי ולשמירת סיכויי השרידה של אוכלוסיות ומינים. ככל שקבוצות בעלי חיים וצמחים יוותרו מבודדות יותר וחסרות יכולת להעביר את תכונותיהן לקבוצות השכנות, הן עתידות להיכחד – האוכלוסייה תצטמצם ותהיה חשופה לתהליכים דמוגרפיים אקראיים (לדוגמה, כל הפרטים שייולדו יהיו נקבות והרבייה תיפסק) ולסחיפה גנטית (Forman et al., 2002 ; Hellmund & Smith, 2006).

החיבור בין השטחים השמורים נסמך על "מסדרונות אקולוגיים" (Ecological corridors), מושג המגדיר מרחב קרקעי המחבר בין שטחים טבעיים סמוכים. כדי לשפר את תפקודו של המסדרון האקולוגי חשוב להוסיף להגדרה ששטח זה אינו נתון לשינויים תדירים במרחב ובזמן. מעברם של בעלי חיים וצמחים במסדרונות אקולוגיים מכוון ליכולתם של אלו לנוע ממקום למקום. מובן ששטחים שונים יכולים לשמש מסדרונות אקולוגיים לבעלי חיים שונים (Hellmund & Smith, 2006). לדוגמה, שדה חקלאי יכול לשמש מסדרון ליונקים גדולים המסוגלים לחצותו במהירות בתוך כמה דקות או שעות (כמו תן, צבוע ודרבן). לעומת זאת, שדה כזה אינו יכול לשמש מסדרון לבעל חיים שבמהלך כל חייו אינו עובר מרחק העולה על שטחו של מחצית משדה חקלאי (כמו זוחלים, דו-חיים וחסר חוליות). גם אם בעלי חיים קטנים חודרים לשטח חקלאי מעובד, ייתכן שבתקופת שהייתם בשטח יעבור השטח עיבוד חקלאי כלשהו (אגרומכני, ריסוס או דישון) שיגרום להכחדתם. הדבר נכון גם לצירי אורך, כמו נחלים, תעלות ניקוז וצדי דרכים שתחזוקתם משנה כל הזמן את בתי הגידול המתפתחים בגדות ובפשטי ההצפה. כלומר, **מסדרון אקולוגי מתפקד טוב יותר כאשר שטחו אינו נתון לשינויים במרחב ובזמן. על פי הסתברות, מסדרון אידאלי מאפשר מעבר של כל מין בין שני שטחים שמורים.**

תשתיות קוויות על פני הקרקע, כמו כבישים, מסילות ברזל, תעלות מבוטנות, גדרות וכיוצא באלה, הן רכיב נוסף בנוף הגורם לקיטוע ולחסימת הרצף הקרקעי בשטחים טבעיים ובמסדרונות אקולוגיים. לכאורה תשתיות אורכיות הן ממד צר וארוך בנוף, אך מלבד שטחים חקלאיים ומבונים הקיטוע הוא אחד האיומים הגדולים שמאיים האדם על הטבע (ראו Haddad et al., 2015). בנקודת המפגש בין מסדרון אקולוגי לתשתית קווית נפגש בעל חיים בשינוי חד בתוואי הקרקע ובתכונותיה. לדוגמה, מעבר בין שטח טבעי ובו קרקעות אופייניות, או שדה חקלאי, לבין כביש שתשתיתו עד לעומק של כמטר אחד מבוססת על תוצרי מחצבה והוא מצופה באספלט. בעלי חיים שיעלו על הכביש חשופים לפגיעה של המכוניות החולפות. לעומת השטח הטבעי או החקלאי שממנו הגיעו, על הכביש הם חשופים לעיני טורפים, למשל, לעופות דורסים. גם מעברים מתחת לכביש, שתוכננו כדי לשמש נקזים או מעברים חקלאיים, אינם אידאליים למעבר של בעלי חיים רבים. לכן, כדי לשמר את הרצף הקרקעי במקומות שהוגדרו מסדרונות אקולוגיים יש לראות במקומות שבהם חוצה המסדרון את התשתיות האורכיות **מעברים הכרחיים (צווארי בקבוק)** ולתכננם בהתאם. שימור רצף השטח הפתוח המיטבי במקום שבו הוא חוצה את התשתית האורכית מחייב השארת בית גידול רציף בין שני עברי התשתית (או יצירה של רצף כזה), על פי התנאים הטופוגרפיים. מתחת לגשרים גבוהים אפשר לשמר מדרונות טבעיים (לדוגמה, קטע 18 בכביש 6). באופן אחר אפשר ליצור מעברים לבעלי חיים מתחת לכביש או מעליו ולשמר בתוכם את רצף השטח הטבעי בקרקע ובצומח המקומי.

לשם עריכת מפת המסדרונות האקולוגיים (איור 12) הוגדרו כל שטחי שמורות הטבע והגנים הלאומיים, וכן השטחים שייעודם יערות בתמ"א 22 – **עוגנים**. מסדרונות המבוססים על שטחים טבעיים, שטחים מיוערים שאינם כלולים בתמ"א 22, וכן שטחי חקלאות המעובדים בשיטות ובעוצמות שונות (שקדי ושדות, 2000) מקשרים ביניהם. לסוגי היער ולשיטות העיבוד החקלאי השפעה רבה על איכות המסדרון ועל יכולתו לקשר בין כל מיני בעלי החיים והצמחים. לדוגמה, היערות בתמ"א 22: יער נטע אדם הנתון לטיפול אינטנסיבי הוא מסדרון אקולוגי טוב פחות לעומת יער טבעי לשימור או לטיפוח, או יער פארק, השומרים על המערכות הטבעיות המתקיימות בהם. כך גם שטחי חקלאות מבוססי חממות פחותים באיכותם לעומת שטחי שלחין או שטחי בעל שטחים שבהם ננקטות פעולות לשימור קרקע באמצעות צומח טבעי (פורת, 2011). לכן,

איכות המסדרון תלויה במרחב שהוא מכסה, ברוחב המסדרון ובתשתית הצומח שבו (שעליו מתבססים מרבית בעלי החיים לתנועה, למסתור, לקינון, ללינה ולמציאת מזון – שיחור). ככל שהמסדרון רחב יותר הוא מסדרון יעיל יותר (Lees & Peres, 2008; Hellmund & Smith, 2006). נוסף על כך, איכות המסדרון עולה ככל שהצומח שבו טבעי ומקומי יותר. מלבד רשת המסדרונות האקולוגיים הארצית, סומנו כמה עשרות **מעברים הכרחיים (צווארי בקבוק)** במפגשי מסדרונות אקולוגיים עם כבישי אורך ורוחב ראשיים ועם מסילות ברזל, ובהם מומלץ למקם מעבר עילי או תחתית לבעלי חיים כדי לשמור על רצף קרקעי.

לסיכום: השטחים הטבעיים והטבעיים למחצה המקיימים בתוכם מערכות אקולוגיות מתפקדות, ובהן שמורות טבע ויערות, מנותקים זה מזה מבחינת רצף השטחים הטבעיים המעוגנים סטטוטורית בתכניות מתאר למיניהן. החיבור בין שטחים אלו אפשרי בעזרת שטחים טבעיים, שטחי יערות, שטחי חקלאות, נחלים ועורקי ניקוז, ובמקרים קיצוניים אף בעזרת שוליהן של רצועות של תשתיות אורכיות, כמו קווי מים, קווי חשמל וגז, המוביל הארצי או שולי כבישים ראשיים, שהפיתוח בהם מוגבל. המסדרונות חשובים כדי לשמור על חיוניותן של אוכלוסיות מבחינה דמוגרפית וגנטית, כלומר כדי לשמור על תפקוד טוב יותר של מערכות טבעיות. הרציפות לאורכה ולרוחבה של ישראל שומרת גם על המעבר ההדרגתי על פני אזורי האקלים המיוצגים במיני חי וצומח ייחודיים. לשם כך יש לשמור על רצף קרקעי של שטח פתוח שבו יכולים בעלי חיים צמחים ואורגניזמים אחרים לנוע כל אחד לפי אורח חייו וקצבו. כמו כן, רצוי שהשטח יהיה בעל ייעוד סטטוטורי ושיהיו הנחיות והמלצות לשיפור תפקודו האקולוגי.

2. רוחב מומלץ למסדרונות אקולוגיים ועורקים ירוקים בשטחים פתוחים

כאמור, מסדרון אקולוגי הוא רכיב נופי אורכי צר השונה מסביבתו ומקשר בין שני אזורים טבעיים (Vos et al., 2002). עם זאת, כאשר מנתחים את תפקודם של שטחים פתוחים בהיותם מסדרונות אקולוגיים למגוון מיני צומח ובעלי חיים אפשר להצביע על רמות תפקוד שונות (Hellmund & Smith, 2006). לכן בעת תכנונו של מסדרון אקולוגי יש לקבוע את רוחבו כדי שיאפשר את מרב האפשרויות למעבר של מגוון גדול של בעלי חיים וצמחים. כמו כן יש לנתח את מכלול הגורמים המשפיעים על מעברם של האורגניזמים בתחומי המסדרון (Hilty et al., 2012; Opdam & Vos, 2001). בעקרון, ככל שרוחב המסדרון יהיה גדול יותר, הוא יכיל ישויות נופיות מגוונות יותר, והן יגדילו את תפקודו האקולוגי בהיותו ציר מעבר בין שטחי עוגנים. מחקר עדכני הציג דגם שלפיו הרחבת המסדרון גורמת להקטנת הדמיון בין שני עוגנים סמוכים ולהפך – הצרת המסדרון ולו במעט גורמת להגדלה מיידיית של השונות הגנטית בין שני העוגנים (Christie & Knowles, 2015). את הכללים בדבר היחס שבין רוחב המסדרון לאורכו אפשר לסכם בארבעה היגדים (על פי Bentrup, 2008):

- א. ככל שגודלו של בעל החיים המתקיים בשטח נתון, גדול יותר, רוחב המסדרון צריך להיות גדול יותר.
- ב. ככל שהמסדרון ארוך יותר הוא צריך להיות רחב יותר. מסדרונות קצרים (ורחבים) משפרים את הקישוריות (Connectivity) של השטח. עם זאת, אין "מספר קסם" או נוסחה לקביעת היחס האידיאלי בין אורך המסדרון לרוחבו, ולכן יש לבחון כל מסדרון מתוכנן מההיבט המרחבי המקומי ובהקשר לאורגניזמים (בעלי החיים והצמחים) החיים בשטחים שביניהם הוא מקשר.
- ג. בשטחים שבהם נוכחות האדם גדולה או שיש בשטח בתי גידול באיכות ירודה יש לתכנן מסדרון רחב יותר. תכנון המסדרון רמת צבאים-גלבו-חרוד (קפלן וויטמן, 2011) הוא דוגמה טובה לכך. המסדרון עובר בשטחים חקלאיים נרחבים ובהם תעלות צרות. השטח החקלאי מוגבל ביכולתו לספק תנאים של בית גידול למגוון מינים גדול, ולכן יש להרחיב את המסדרון כדי שיכלול גם רכיבים כמו שולי שדות, תעלות וצדי דרכים.
- ד. מסדרונות המתוכננים לתקופות ארוכות (לעשרות ולמאות שנים) צריכים להיות רחבים כדי שיוכלו להכיל כמה אפשרויות להתקדמות של בעלי חיים וצמחים, שכמה מהם מופצים בקצב אטי ביותר. לכן על המסדרון לתפקד ביציבות במשך זמן ארוך. נוסף על כך יש לבחון את היתכנות המרתם של שטחי המסדרונות בשטחים מבונים (Bentrup, 2008; Hilty et al., 2012).

רוחב מומלץ למסדרונות אקולוגיים על פי תאי שטח

רוחב מסדרון אקולוגי המבוסס על שטחי **חקלאות**, שאינם שטחי מרעה טבעי, צריך להיות רחב מאוד, לפחות חמישה ק"מ, כדי שיכלול בתוכו כמה שיותר רכיבי נוף שיש בהם יסודות טבעיים: תעלות ניקוז שבהן התפתח צומח טבעי, משארים טבעיים, עורקי ניקוז טבעיים וכיוצא באלה. עם זאת, כל אחד מהצירים האורכיים הטבעיים צריך להיות מעוצב ומתוחזק כדי לשפר את תפקודו כמסדרון אקולוגי (קפלן וויטמן, 2011; Linehan et al., 1995; Hellmund & Smith, 2006; Lindenmayer & Nix, 1993). המלצה של משרד החקלאות, שמירת הטבע והדגה של הולנד משנת 2000 ממליצה על רוחב מסדרון של קילומטר אחד שבו שטחים טבעיים, גם אם הם מנותקים זה מזה. שטחים טבעיים אלו מאפשרים רבייה של המינים הנעים בתוך המסדרון (Vos et al., 2002).

רוחב מסדרון אקולוגי המבוסס על שטחים **מיוערים** יהיה לכל הפחות שני ק"מ. יער נטוע הוא שינוי מהותי ברצף במרבית השטחים הטבעיים בישראל, ולכן הוא עלול לחסום מעבר של מינים מסוימים (Hellmund & Smith, 2006). מחקר עדכני בישראל מצביע על הבדלים ניכרים בין יער נטוע לבין שטח טבעי סמוך בחברת העכבישים (Herrmann et al., 2015). לכן חשוב שהמסדרון האקולוגי יהיה רחב מספיק ויוכל להכיל בתוכו מגוון שטחים טבעיים שדרכם יוכל מגוון גדול יותר של בעלי חיים לנוע. מחקרים בעולם (Linehan et al., 1995; Pearson & Manuwal, 2001) טענו שרוחב המסדרונות יכול להיות צר בסדר גודל אחד ואף בשני סדרי גודל ובכל זאת למלא את תפקידו (למשל, נחל שרוחבו עשרה מ' יתפקד כמו נחל שרוחבו מאה מ' או קילומטר אחד). אולם במחקרים אלו מדובר בשטחים שבהם החיבור הוא בין יערות קיימים שהחיבור ביניהם הוא על

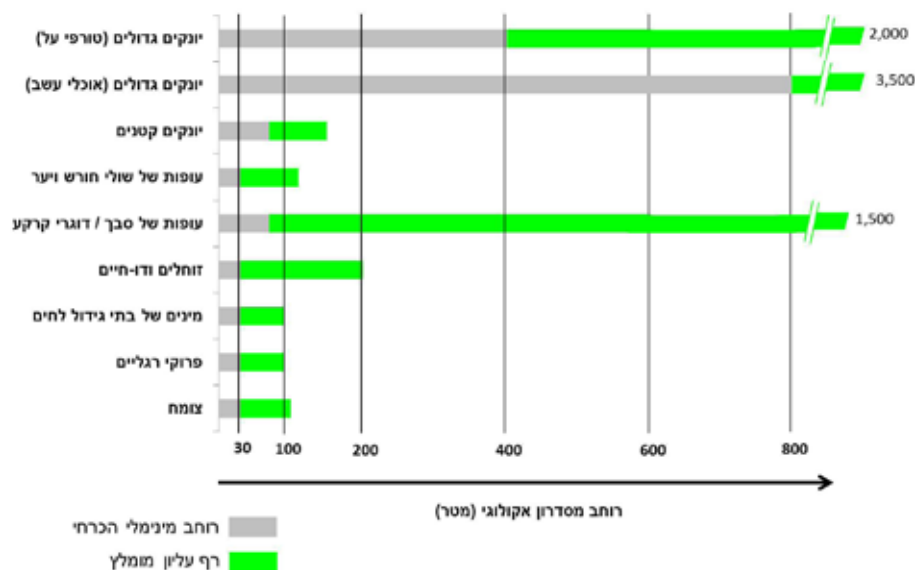
בסיס שרידים של יערות לאחר שחלק מהשטח הוסב לחקלאות או לבינוי. כלומר חלק מהמערכת הטבעית לא נפגעה פגיעה מהותית בעת הכשרת השטחים החקלאיים.

רוחב מסדרון המבוסס על שטח טבעי יהיה קילומטר אחד לפחות (Vos et al., 2002 in Gutzwiller, 2002; Lees & Peres, 2008; Hilty et al., 2012). אולם עיקר הניתוח, המגדיר את רוחב המסדרונות האקולוגיים שאינם על בסיס נחלים, מוגדר על פי מינים או על פי קבוצות של מינים (ראו פירוט בהמשך הפרק).

מסדרון אקולוגי המבוסס על **עורק ניקוז** טבעי או מלאכותי, לח או רטוב, חייב שיהיו בו גם גדות יבשות ובהן צומח טבעי ברוחב 75-170 מ' לפחות (Spackman & Hughes., 1995). המחקרים בתחום זה מגוונים וטווח שטחי הגדות המוגדרים למינים שונים נע בין עשרות מטרים בודדים ועד לקילומטר אחד (Lees & Peres, 2008; Hellmund & Smith, 2006; Pearson & Manuwal, 2001; Lee et al., 2004; Burbrink et al., 1998). בישראל רוב הנחלים הם נחלי אכזב, ועם זאת, הם עורקי ניקוז חיוניים, ובמרבית המקרים אם לא הוסבו למובלי מים יצוקים בטון, הם משמרים צומח טבעי שבתכנון ובתחזוקה מתאימים אפשר לבסס עליו עורק ירוק, ובנחלים רחבים אפשר לבסס עליהם גם מסדרון אקולוגי.

רוחב מומלץ של מסדרונות אקולוגיים על פי מיני בעלי חיים

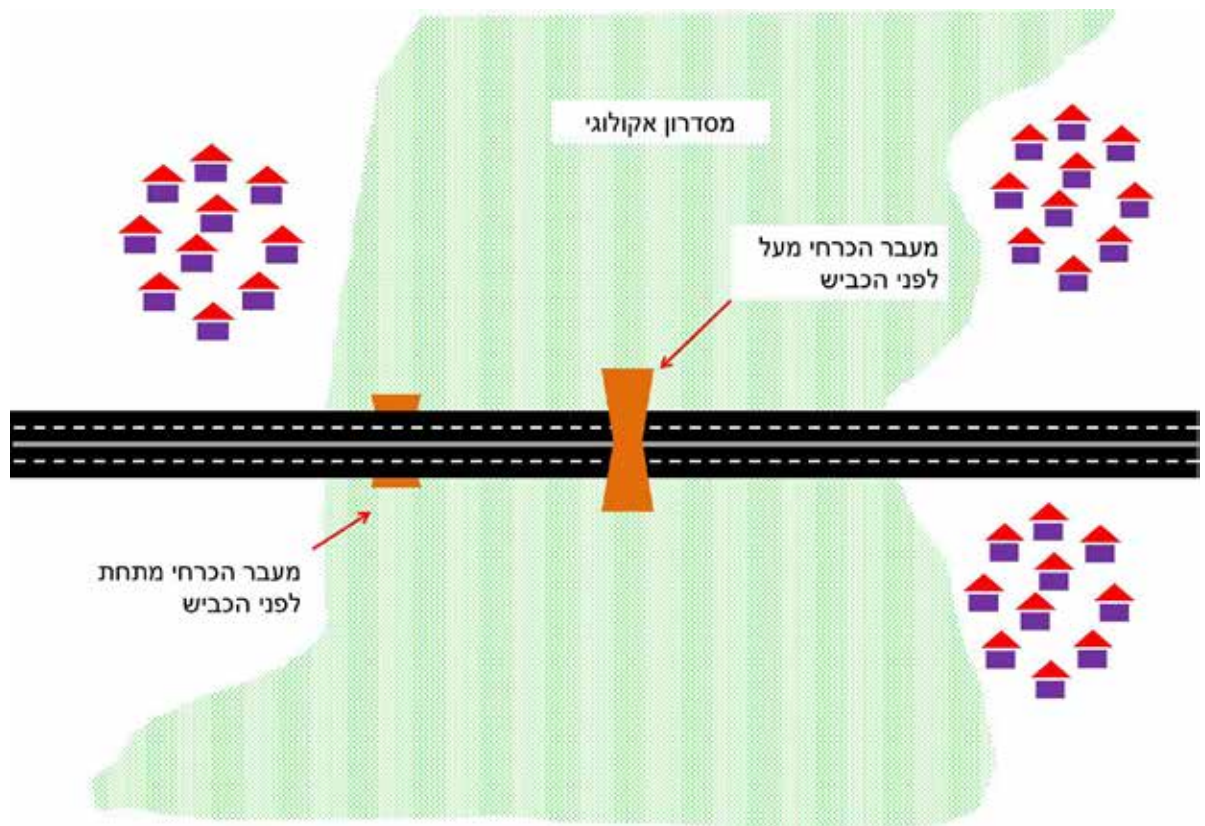
רוחבם של מסדרונות אקולוגיים יכול להיקבע גם על פי מינים, כלומר על פי בעלי החיים העשויים להשתמש בו. איור 2 מציג קבוצות של בעלי חיים ואת רוחב המסדרונות המינימלי ההכרחי ואת הרוחב המיטבי המומלץ כדי לאפשר מעבר שלהם. האיור מעובד על פי Bentrup, 2008 ובתחום היונקים הגדולים הוא הותאם למינים החיים בישראל. לדוגמה, המקור מזכיר דובים שהם טורפי-על וקובע רוחב מסדרון אקולוגי מיטבי של חמישה ק"מ. כמו כן הוא קובע רוחב מסדרון של 300 מ' ליונקים גדולים אוכלי עשב, בעיקר ממשפחת האיליים. מאחר שבישראל טורפי העל הם צבוע וזאב אפשר להצר את הרוחב המיטבי של מסדרון המתוכנן בעבורם. לעומת זאת, הרוחב ההכרחי ליונקים אוכלי עשב הורחב ל-800 מ', מאחר שבישראל היונק אוכל העשב העיקרי הוא הצבי הארץ-ישראלי (Gazelle) החי במרחבים פתוחים, לעומת האיילים (Deer) האמריקניים והאירופיים היודעים לנוע גם בשטחים צפופים בעצים וביערות. מסדרונות אקולוגיים משמשים גם עופות (שלכאורה אינם זקוקים למסדרונות אקולוגיים בשל כושר התעופה שלהם). מיני עופות החיים בחורש צפוף מסתכנים בעת הגחתם מתחומי היער לשטח הפתוח, ולכן הם ינועו בעיקר בחסות הסבך (Haas, 1995). מחקר אוסטרלי הראה שמינים מסוימים של עופות אינם חוצים כבישים רחבים. מינים אלו חצו את הכביש במעברים עיליים המיועדים לכאורה לבעלי חיים צמודי מצע (Pell & Jones, 2015). בישראל הצביעו מחקרים על תנועה רגלית של חוברת מדברית בין אזורי הקינון לאזורי ההתקבצות שלאחר הקינון (הצופה ומירוז, 2004).



2. רוחב הכרחי ומיטבי של מסדרונות אקולוגיים לפי קבוצות בעלי חיים (על פי Bentrup, 2008).

ההבדל בין מסדרון אקולוגי לבין מעבר הכרחי

חשוב להדגיש שמעברים הכרחיים הם רכיב בתוך מסדרון אקולוגי, ויש להם חשיבות עליונה בשמירת רציפות השטח שבו או מעליו מתאפשר מעבר של חי וצומח. יתכן מעבר הכרחי המתפרש על פני שטח רחב למדי, למשל, שטח מבונה בצפיפות יחסית או שטח הנתון להשפעות אנתרופוגניות, כמו תאורה ורעש, לעומת שטח צר מאוד החוצה תשתית אורכית (מעבר עילי או תחתית) שעליו נסמכים בעלי חיים לחציית התשתית החוצה את המסדרון האקולוגי (איור 3). לכן, כאשר מתכננים מסדרון אקולוגי יש לתכננו ברוחב המאפשר מעבר של מגוון רחב של בעלי חיים וצמחים משני עברי המעבר ההכרחי. לדוגמה, חרקים מכונפים, עכבישים למיניהם ועופות, וכן צמחים שיחידות התפוצה או האבקה שלהם נישאים ברוח מסוגלים לנוע באוויר ולדלג מעל תשתיות האורכיות. מכאן שיש חשיבות רבה למקום שאליו נישאים החרק או האבקה. חשוב שהם יוכלו להתקיים במקום שבו הם נוחתים. יש לשמור מסדרון האקולוגי רחב משני עברי התשתית ולתכנן מעברים הכרחיים שיאפשרו לשוכני קרקע ולבעלי חיים מהלכים לחצותו בבטחה.



איור 3. מעברים הכרחיים בתוך מסדרון אקולוגי. למסדרון האקולוגי נפח הכולל גם את האוויר הפתוח המשתרע מעל ומעבר לכביש. הכביש הוא חסם בעבור בעלי חיים וצמחים צמודי מצע שאינם יכולים לרחף מעליו לכל אורך המסדרון, וכדי לחצות את הכביש בלי לעלות עליו הם חייבים לעבור במעברים הצרים האלה.

עורקים ירוקים

עורקים ירוקים הם רכיבים אורכיים בנוף המשמרים צמחייה טבעית או טבעית למחצה. מעצם הגדרתם הם צרים, ורוחבם הוא ממטרים ספורים ועד עשרות מטרים. רכיבים אלו יכולים להגדיל מאוד את המורכבות המבנית של שטח פתוח ולהיות נתיב תנועה מוגן למגוון גדול של בעלי חיים, שבדרך כלל אינם יכולים לחצות את המטריקס העוטף את העורק הירוק הזה. המטריקס יכול להיות שטח בנוי והעורק הירוק הוא נחל שנכלא בתוכו עקב הרחבת יישוב. המטריקס יכול להיות גם שטח חקלאי שהוא בעצמו מסדרון לבעלי חיים היודעים להתמודד עם המכשולים שמציב שטח חקלאי כפי שפורטו קודם לכן. במדינות שונות בעולם נקבעו הנחיות להשאר עורקים ירוקים באזורים מוטי פיתוח, וכן גובשו שיטות לעיצובם או לטיפוחם שטחים אלו כדי שיאפשרו מעבר בעלי חיים (Hellmund & Smith, 2006; Lee & Peres, 2008; Banerjee et al., 2009; Hilty et al., 2012).

3. כיצד לשפר את תפקודם של מסדרונות אקולוגיים

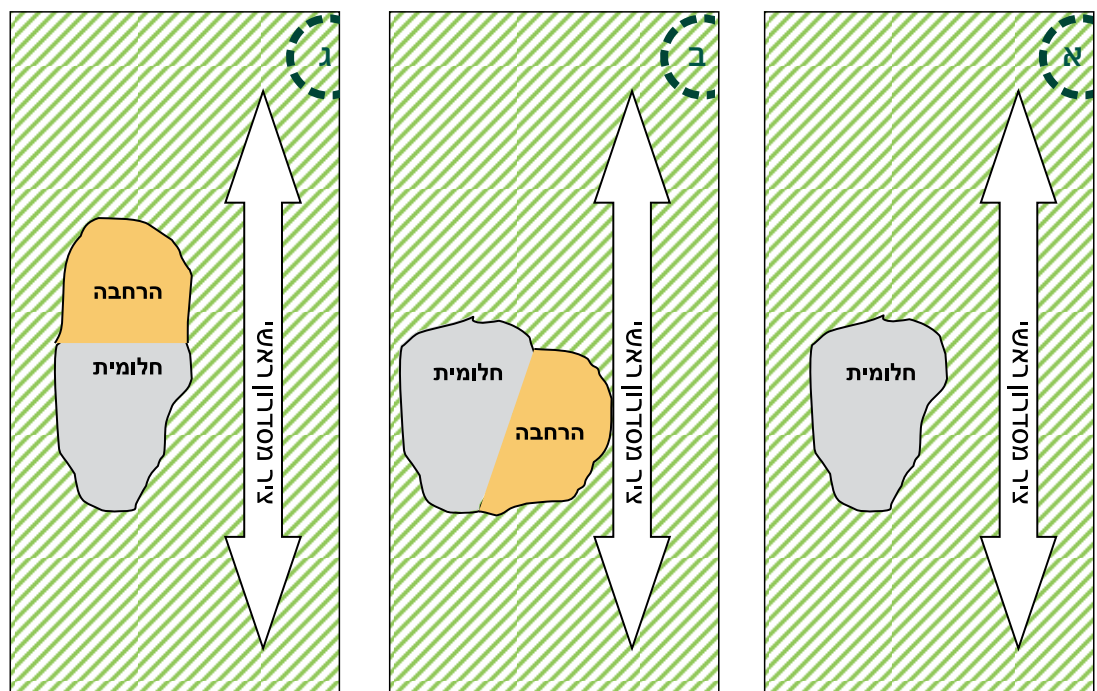
במקרים רבים כדי ששטח יתפקד כמסדרון אקולוגי למגוון רחב ככל האפשר של בעלי חיים וצמחים יש לנקוט פעולות שישפרו את תפקודו במרחב ובזמן. פרק זה מגדיר סוגי שטחים שבהם עוברים מסדרונות אקולוגיים, מסביר בקצרה את הבעיות הנוצרות בשטחים אלו למעבר של בעלי חיים וצמחים, ולאחר מכן מציע פתרונות והמלצות לשיפור תפקודם של שטחים אלו כמסדרונות אקולוגיים.

3.1 שטחים פתוחים – כללי

המונח שטחים פתוחים מציין את כלל השטחים שאינם בנויים. במסמך זה יינתנו המלצות לשטחים פתוחים שהם מסדרונות אקולוגיים או רצף של שטחים פתוחים. בסעיפים הבאים יידונו הנחיות והמלצות לשטחי חקלאות, לערוצי נחלים ולמעבר תשתיות אורכיות. חשוב לציין כי גם בתוך השטחים הפתוחים אפשר ליצור מדרג באיכויות השטחים הפתוחים ובתפקודם כמסדרונות אקולוגיים. ככל שהשטח יהיה הטרוגני יותר הוא יוכל לשמש מגוון גדול יותר של בעלי חיים וצמחים (Turner, 2001). לכן, בעת הכנת תכנית העלולה לפגוע בשטחים פתוחים יש לדרג את איכותם בשני היבטים: ההיבט הראשון הוא רמת תפקודם הנוכחית, וההיבט השני הוא היכולת לשפר את תפקודם. במקרה הראשון, ככל שהשטח מגוון יותר וטבעי יותר הוא יתפקד טוב יותר כמסדרון אקולוגי, ולכן יש לתת לכך עדיפות בעת הכנת תכנית. במקרה השני אפשר לשפר את תפקודם של שטחים פתוחים כמסדרון אקולוגי על ידי תוספת של רכיבים טבעיים או מלאכותיים, כמו נטיעת עצים ושיחים מקומיים או הוספת גלי אבנים.

3.1.1 המלצות כלליות לשימורם של שטחים פתוחים ולשיפור תפקודם כמסדרונות אקולוגיים

- יש לאסור על הקמת יישובים חדשים בתחומי מסדרונות אקולוגיים.
- בעת תכנון של הרחבת יישובים, אזורי תעשייה ומתקנים אחרים יש לוודא שהמסדרונות האקולוגיים לא ייפגעו. כאשר כבר יש יישוב בלבן של מסדרון אקולוגי ומתוכננת הרחבה של היישוב, מומלץ לתכנן את ההרחבה מתוך התחשבות בציר האורך של המסדרון (איור 4).



איור 4. המחשה של התחשבות תכנונית בעת תכנון הרחבת יישוב הממוקם בשטח פתוח שהוגדר מסדרון אקולוגי. (א) מיקום היישוב ביחס לציר האורך של המסדרון. (ב) הרחבת היישוב בניצב למהלך המסדרון האקולוגי גורמת להצרה של המסדרון ולפגיעה מהותית בתפקודו. (ג) הרחבת היישוב לאורך המסדרון משפיעה על המסדרון אך מותירה שטח רחב המאפשר את המשך תפקודו.

- בעת תכנון יישובים או מתקנים הנדסיים סמוך למסדרונות אקולוגיים יש לתת את הדעת להשפעות השוליים של המתקן או היישוב המצרות בפועל את רוחב המסדרון הפוטנציאלי. כלומר, גם אם היישוב או המתקן אינם מתוכננים בתחום המסדרון, יש להם השפעות כמו רעש, תאורה, ריח, ויברציות, מינים מלווי אדם והשפעות אחרות העלולות לצמצם את רוחב המסדרון, ויש לפעול לצמצומן.
- בעת תכנון מתקן הנדסי בלב שטח פתוח אפשר להרחיב את הקו הכחול של התכנית ולעגן בהוראות התכנית הנחיות לשמירה על רצף השטח הפתוח שסביב התשתית. דוגמאות לכך אפשר לראות בשתי תכניות המקודמות בלב שטחים פתוחים: במאגר רמות מנשה (תכנית 0244426-254), וכן בתכנית להרחבת מחצבת בזלת בית אלפא (תכנית ג/17133). הנחיות אלו מביטחות שמירה על שטח פתוח צמוד למחצבה, אך גם מביטחות שבשעות שבהן המחצבה אינה פעילה יתפקד שטח זה כמסדרון אקולוגי.
- מתקני אנרגיה סולרית – המתקנים מגודרים למניעת גנבות וכניסת עוברי אורח. בעת בחינת החלופות למיקום "שדה" סולרי או מתקן גדול יותר יש להתחשב בחסימה שיצור מתקן כזה ולהימנע ככל האפשר ממיקומו בשטח שהוגדר מסדרון אקולוגי. החסימה נובעת הן מהגידור הן מעבודות התשתית והתחזוקה. יש לתכנן מתקנים כאלה צמוד לדופן מתקן או יישוב קיים ולנקוט דרכים לצמצום השפעתו על השטחים הפתוחים הסמוכים מבחינת הגידור, התאורה, הניקוז והפצת מינים פולשים (לפירוט ראו רותם, 2011).
- טורבינות רוח – להצבתן של טורבינות רוח משמעויות אקולוגיות רבות (רותם והצופה, 2013). מבחינת המסדרונות האקולוגיים, הטורבינות עלולות להוות חסם קטלני למעופן של עופות ועטלפים. ולכן בעת תכנון חוות טורבינות, ואף בעת הצבתן של טורבינות בודדות, יש להתחשב בצירי נדידה ארציים ומקומיים (איור 10).
- מתקני תשתית (כללי) – בעת בחינת חלופות למיקום מתקן תשתית יש לבחון היבטים של תפישת קרקע, אך גם היבטים של השפעות שוליים הנובעות ממיקום התשתית ותפעולה.
- יש לצמצם תאורה מלאכותית בתחומי מסדרונות אקולוגיים. תאורה כזאת מגיעה מיישובים, ממבני תעשייה, ממתקני תשתית, מכבישים וממבנים חקלאיים. כדי לצמצם את השפעתה של תאורה מלאכותית אפשר לכוון גופי תאורה קיימים ואף להחליף אותם לגופי תאורה שמובנים בהם חסמים המכוונים את האור רק למקום שבו הוא נדרש.
- אנטנות הנתמכות במותחנים – אנטנות תקשורת בגובה עשרות ומאות מטרים הנתמכות במותחנים עלולות לגרום לפגיעה בעופות. יש להימנע ממיקומן בתחומי מסדרונות אקולוגיים ובתחומי נתיבי תעופה מוכרים. יש לסמן את המותחנים ביום ובלילה או לבסס את האנטנות ללא מותחנים. יש להתחשב גם בסוג התאורה המוצבת בראש האנטנה כדי למנוע משיכה של ציפורים נודדות לילה בכיוונה (Gehring et al., 2009).
- יערות נטועים – יערות נטועים המורכבים ממינים שאינם טבעיים לישראל, כמו אקליפטוסים ומיני אורנים, יכולים להוות חסם למעבר של מגוון מינים גדול שאינם יכולים להתקיים קיום סביר בתחומי היער (Herrmann et al., 2015). אחת הסיבות לכך הן העלים הנושרים מאורנים ומאיקליפטוסים – ההצללה או הכיסוי העבה של פני הקרקע ושינויים כימיים הנגרמים בעטיים של העלים משנים את מגוון המינים הטבעי ואת התנאים להתפתחותם של מינים רבים. אנו ממליצים על דילול אקסטנסיבי או אינטנסיבי של יערות אלו, על פי תכנית, ועל מתן אפשרות למיני צומח טבעי לחדור ליערות אלו כדי שימשכו בעלי חיים וישפרו את תפקודו של היער כעוגן וכמסדרון אקולוגי.
- יערות נטועים אחרים, המורכבים מעצים טבעיים – במקרה זה חשוב לנתח את בית הגידול שעליו חלה התכנית, את תוצאות הנטיעה ואת השפעותיה האפשריות על הצומח והחי המקומיים:
- נטיעה של עצים קוצניים או של עצים בכלל בצפיפות גבוהה או במסדרון צר בשטחי בתה

עלולה להיות תוספת מהותית של נקודות עמידה לדורסים ולהגברת לחץ הטריפה על זוחלים (Hawlena et al., 2010; לידר, 2008 ב') מכרסמים ופרוקי רגליים.

- נטיעה של עצים אחדים במרחקים של מאות מטרים זה מזה, כמו בתצורת הצומח הטבעית השלטת באזור במסדרון ארוך וצר יכולה ליצור נקודות צל ומסתור לבעלי חיים המתקדמים לאורך המסדרון (קפלן וויטמן, 2011).

- אזורי נופש ביערות ובשטחים פתוחים – שטחים המיועדים לנופש פעיל ולפיקניקים יכולים להוות אתרי משיכה לחיות בר בשל האשפה הנותרת בהם. בכל מקום יש לתכנן את פחי האשפה כך שהאשפה לא תהיה זמינה לבעלי חיים. זמינות מזון גורמת לגידול באוכלוסיות בעלי חיים מעבר ליכולת השטח להכילם (כושר נשיאה). במסדרונות אקולוגיים במיוחד ריבוי תנועה של טורפים עלול לחשוף את אוכלוסיות הנטרפים לפגיעה. בעת תכנון מסדרון אקולוגי יש להתחשב גם במיקום אתרי נופש ופיקניק לאורכו.

3.2 שטחי חקלאות

באזורים רבים ברחבי הארץ שטחי חקלאות הם רצף השטחים הפתוחים המקשר בין שני עוגנים טבעיים (שקדי ושדות, 2000), ולפיכך המסדרון האקולוגי נשען על שטחי החקלאות (שחשיבותם הכלכלית, התרבותית והנופית אינה מוטלת בספק). אולם בשטחים אלו נעשות פעולות שיש בהן כדי לפגוע ביכולתם של בעלי חיים וצמחים לעבור ממקום למקום. ריסוסים פוגעים במגוון רחב של בעלי חיים וצמחים (Ingham, 1985; Mineau et al., 1999; Mineau et al., 2001; Tomlin, 2009). עיבודים חקלאיים משתנים על פי תכתיבים שונים, ולכן אינם בית גידול יציב לאורך זמן. דישון מעודד צמחים מסוימים על חשבונם של צמחים אחרים. לשטחי חקלאות מגיעים מינים "גרים" המובאים למקום עם משלוחי זרעים מארצות אחרות. למינים אלו פוטנציאל להפוך למינים מתפרצים, מאחר שאין להם אויב טבעי (Asakawa & Dakshini, 1999). שטחי חקלאות מסוגים שונים מגודרים וחוסמים מעבר של יונקים בגדלים שונים (תלוי בסוג הגדר, רותם, 2014). גידולי חקלאות מבוססי חממות דומים בהשפעתם על השטח לאזורים מבונים, והשפעתם אף חמורה מכך. התמרתם של שטחים טבעיים לשטחים חקלאיים משנה שינוי מהותי את תפקודם כמסדרון אקולוגי. אמנם רצף השטח הפתוח נשמר, ואף אפשר לשפר את תפקודו של השטח החקלאי כמסדרון אקולוגי, אך ברוב המקרים יקטן מספרם של בעלי החיים והצמחים היכולים לחצות שטח זה קיטון של ממש.

שיפור תפקודם של מסדרונות אקולוגיים בשטחים חקלאיים ייתכן בכמה דרכים: בתוך מכלול שטחי החקלאות יש מקומות שהם בתי גידול טובים יותר למיני בעלי חיים וצמחים. כאלה הם שולי דרכים, גדרות אבן (Graziani et al., 2006), תלוליות סיקול, תעלות ניקוז מלאכותיות ושוליהן, נחלים ומשארי נוף שאי אפשר לעבדם, וכן שולי שדות ומטעים (Michael et al., 2008; Biaggini et al., 2006; Hellmund & Smith, 2006; Biaggini et al., 2009). העלאת מודעות החקלאים לחשיבותם של שטחים אלו והגנה עליהם תעלה את ערכם של השטחים החקלאיים. פעולות לשימור קרקע הננקטות בשטחי חקלאות באזורים גבעיים והרריים יכולות לשפר שיפור ניכר את תפקודם של שטחים חקלאיים נרחבים כמסדרונות אקולוגיים, לדוגמה, יצירת שיחים, הותרת צומח ככיסוי קרקע בתוך מטעים וכיוצא בזה (פורת, 2011; רותם ופורת, 2011); הפחתת ריסוסים, הפחתת דישון, שימוש מושכל בגדרות (Paige, 2012; סקוטלסקי, 2009; רותם, 2014) ומתן פתרונות מגוונים לנזקי חקלאות בעקבות אי שימוש בגדרות, יכולים גם הם לתרום לתפקודם של שטח חקלאי ושוליו כמסדרון אקולוגי.

3.2.1 ריכוז המלצות לשיפור תפקודם של שטחים חקלאיים הממוקמים בתחום מסדרון אקולוגי

- **התמרת שטח** – מומלץ להימנע מהתמרת שטחים טבעיים לשטחים חדשים לחקלאות בתחומי מסדרונות אקולוגיים. אם אי אפשר להימנע מכך, מומלץ להכיל הנחיות שיאפשרו לשטח לתפקד כמסדרון אקולוגי, ראו המלצות להלן.

- **תכנון** – יש לערוך תכנון מפורט של שטחים חקלאיים שהוגדרו שטחים חשובים לקיומם של מסדרונות אקולוגיים. התכנון ייעשה מתוך שיתוף פעולה עם בעלי העניין בשטח – גופים ממשלתיים חקלאיים ורשויות למיניהן.

- **מאגרי מים וביוב** – יש להימנע ממיקום מאגרים בתחומי מסדרונות אקולוגיים. אם בכל זאת ממוקם מאגר בתא שטח המוגדר מסדרון אקולוגי יש להתחשב בגאומטריה המרחבית של המאגר, בסוג הגדר ובתאורה. יש ליצור מאגר ללא דיפון פלסטי כדי להגדיל את שטח הגדות המכוסה בצומח טבעי ולהבטיח שנותר מספיק שטח פתוח למעבר בעל חיים גדולים. לדוגמה, תכנית מס' 254-0244426 – מאגר רמות מנשה.
- **ריסוס** – יש להפחית שימוש בחומרי ריסוס, בעיקר בשטחי שוליים.
- **מורכבות מבנית** – יש להגדיל את המורכבות המבנית של שטחי שוליים. למשל, להותיר גלי סיקול סמוך לשדות. סמוך למטעים יש להימנע מהותרת גלי סיקול גדולים, מאחר שהם יכולים לשמש מחסה לשפני סלע. אפשר להותיר בשטח אבנים בודדות או גלי אבנים קטנים, וכן להימנע מריסוס ותיחוח בשולי שדות (תמונות 1 א'–ג').
- **שימור קרקע** – יש לנקוט טכניקות לשימור קרקע. במטעים – שימור קרקע על בסיס צומח טבעי ארצישראלי (תמונות 2 א' ו-2 ב'). בשדות – טכניקות של אי-פליחה, מותירות בשדה מורכבות מבנית גבוהה למשך זמן ארוך יותר מאשר עיבוד "רגיל" (תמונה 2 ג').
- **גידור** – יש לצמצם את השימוש בגידור "רגיל" בכלל ולהעדיף גידור ידידותי ועונתי. יש לצמצם את השפעתן של גדרות תיל המשמשות לגידור שטחי מרעה ולהחליף חלק מהחוטים בחוטים ללא תיל או בחוטים מצופים (תמונה 3 ואיור 5). לפירוט בנושא גדרות והשימוש בהם ראו רותם, 2014.



תמונה 1. הגדלת המורכבות המבנית והתפקודית של שטחי שוליים בחקלאות. (א) הותרת גלי סיקול בשולי שדות. (ב) הותרת שול ללא ריסוס או תיחוח המאפשר צימוח של צמחייה טבעית מקומית. (ג) הותרת שול לא מעובד ונטענת עצים (צילום דותן רותם).



תמונה 2. הגדלת המורכבות המבנית והתפקודית של שטחי חקלאות עקב שימוש בשיטות לשימור קרקע. (א) שימוש בדגניים לייצוב קרקע בין שורות מטע. (ב) שזרוע שורות המטע בצומח טבעי מקומי מסייע בשימור קרקע וגם בשימור מיני הצומח. (ג) שיטת אי־פליחה: לאחר איסוף היבול נותר השלף בשדה (מימין לטרקטור) עד לזריעת השדה מחדש (משמאל לטרקטור). גם החריש נעשה במחרשה שאינה מעמיקה ובכך מאפשרת התפתחות של פרוקי רגלים ותולעים בתוך הקרקע (צילום דותן רותם ויהל פורת).

- **מבנים חקלאיים** – יש להימנע מהקמת מבנים חקלאיים בתחומי מסדרונות אקולוגיים. עם זאת, אם אין בררה, בקביעת מיקומו של המבנה יש להתחשב בגאומטריה המרחבית ביחס לציר התנועה במסדרון האקולוגי, להביא בחשבון את הצורך בדרך הגישה אל המבנה ואת השפעת התאורה, הרעש ותחזוקת המבנה.

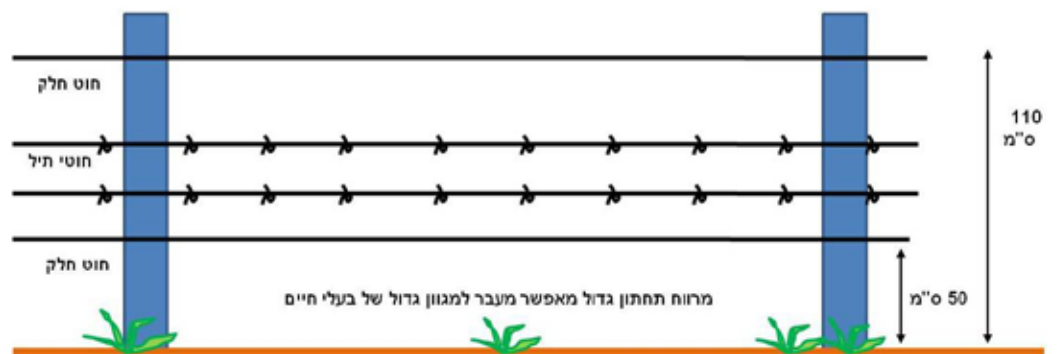
- **מבנים חקלאיים** – יש להימנע מהקמת מבנים חקלאיים מכל סוג סמוך לנחלים ולעורקי ניקוז מלאכותיים וטבעיים.

סקירה מפורטת בעברית בנושא שיפור תפקודם של שטחי חקלאות כמסדרונות אקולוגיים הובאה בעבודתה של סקוטלסקי (2009), "מסדרונות אקולוגיים באזורים חקלאיים, עקרונות לתכנון ולמשק חקלאי".



תמונה 3. בידוד חוט התיל העליון בגדר בקר למניעת שיפוד עופות ועטלפים. צולם באוסטרליה (מתוך Booth, 2006).

מבנה מיטבי של גדר בקר המתחשב בסביבה



איור 5. גידור של גדר בקר המתחשב בסביבה. אפשר להוסיף סימנים בולטים על חוטי הגדר, כמו פלסטיק בצבע בולט, כדי להפחית התנגשות של בעלי חיים רצים או מעופפים (על פי Paige, 2012).

3.3 תשתיות אורכיות

תשתיות אורכיות המונחות על הקרקע, כמו כבישים ומסילות ברזל, אך גם קווי מתח המתנשאים באוויר לאורך עשרות מטרים או טורבינות רוח יכולים לחסום מסדרונות אקולוגיים או לעכב את ההתקדמות בתוכן. גדרות מסוגים שונים יכולות למנוע מעבר של יונקים גדולים ובינוניים (Olson et al., 2009; Geisser & Reyer, 2004; Flesch et al., 2010). כבישים הם חסם קטלני, בעיקר בגלל תנועת כלי הרכב, אך גם קווי מתח החוצים שטחים פתוחים עלולים לפגוע בעופות נודדים ובתנועה יממית שלהם (APLIC, 2012). חשוב להבדיל בין מסדרון אקולוגי לבין מעבר הכרחי לבעלי חיים, שהוא רכיב בתוך המסדרון. כאמור המסדרון מתפרש על שטח נרחב, ואילו המעבר ההכרחי הוא פתרון נקודתי לחצייה של תשתית אורכית, כמו כביש או מסילת ברזל. אולם לא רק הכביש גם מיסעת האספלט והשוליים הם חסם. במקרים רבים כדי לפלס את הכביש יוצרים סוללות או חציבות תלולות, ולכן ייתכן שכביש דו־נתיבי, ואפילו כביש ארבע־נתיבי, לא יהיו חסם מוחלט בעצמם, אך תוספת הסוללה או החציבה תיצור מחסום מאחר שתימנע גישה של בעלי חיים לכביש.

במקומות שבהם אי אפשר לבנות גשרים ארוכים שתחתם נשמר רצף השטח הטבעי, אנו מיחסים חשיבות גבוהה ליצירת מעברים עיליים מעל תשתיות אורכיות (רותם, 2012). בעלי חיים מקבוצות שונות, כמו זוחלים (צב יבשה, זיקית, חומטים ונחשים), יונקים קטנים, כמו חולד, ויונקים גדולים, כמו צבי ארץ־ישראלי, אינם עוברים במעברים תת־קרקעיים מסיבות הקשורות לאורחות חיים ולהתנהגות ייחודית למין. מעבר עילי שבו נוצר קשר קרקעי רציף בין שני עברי בית הגידול שנקטע, יכול לאפשר מעבר של מגוון מינים גדול יותר (אחירון־פרומקין, 2012; Trocme et al., 2002). במקרים אחרים, בעת הרחבת כבישים קיימים, יש לבסס מעברים תחתיים רחבים יותר מהמעברים הקיימים ואף לבטל סוללות ותחתן לבסס גשרים, כפי שמתוכנן בכביש 2 בין מחלף חדרה לזיכרון יעקב ובכביש 85 בנחלים עמוד ועכברה (רווד, 2012; משרד הפנים, 2011).

הוכח שבנייתם של מעברים היא פתרון נכון לנתק שיוצרים כבישים רחבים. במעבר מעל כביש 6 באזור רמת מנשה, ובמעבר מעל כביש 70 סמוך לבת שלמה, מעבר המקשר בין הכרמל לרמת מנשה, תועדו בעזרת מצלמות מעקב בעלי חיים רבים (תמונה 4). הצבי הארץ־ישראלי, שהוא מין דגל לשמירה על שטחים פתוחים ורצופים (שאינו עובר במעברים שמתחת לכביש), תועד עובר בשני המעברים האלה כמה פעמים בשלוש השנים האחרונות. נוסף עליהם תועדו גם ארנבות, שועל מצוי, חזיר בר, תן זהוב וחוליתנים אחרים (אחירוֹן־פרומקין, 2014, רוזנברג, 2014 ותמונה 5). כמו כן תועדו צמחים, חלזונות וחסרי חוליות אחרים (אחירוֹן־פרומקין, 2014). למינים אלו חשיבות רבה ביצירת הרצף האקולוגי והקרקעי הטבעי שאינו מתקיים במעבירי מים חשוכים מתחת לכביש. בעת האחרונה תועד מעבר של חולד עיוור במעבר העילי מעל כביש 70. כיוון שהחולד מתקדם בעיקר מתחת לפני הקרקע ואינו מתחפר בתשתית הנחלים המקומית, שהיא ברובה אבנית, הרצף הקרקעי על המעבר העילי הוא נקודת החצייה היחידה שבין הכרמל לאזור אלונה (תמונה 6).

3.3.1 המלצות לתכנון נכון של מעבר תשתיות אורכיות

מעבר עילי או תחתי

ההחלטה על מיקומו של מעבר עילי או תחתי תלויה בטופוגרפיה וחיבת להתבסס על סקר שדה ועל ניתוח נתונים ממקורות מידע קיימים. על הסקר להיערך במשך שנה שלמה כדי להקיף את מרב האורגניזם החיים בסמוך לתשתית. אם מדובר בהרחבת תשתית קיימת, חשוב להבין את הדינמיקה האפשרית של היפגעות חיות בר מהתשתית במצבה הנוכחי.

- אימוץ מפת האתרים המצורפת (איור 11), מתוך עבודתם של שקדי ושדות, 2004, שנערכה בשיתוף מע"צ (כיום "נתיבי ישראל" – החברה הלאומית לתשתיות תחבורה) ועם המשרד להגנת הסביבה, ויצירת מעברים עיליים לבעלי חיים (מעל תשתיות רכבת וכביש). הנקודות המסומנות ממקדות אזורי חיפוש של מיקום מעבר (תמונה 4). מפה זו מתייחסת לתשתיות קיימות בלבד, וכאשר יעמוד על הפרק תכנון תשתיות חדשות, ובהן מסילות ברזל, יש לתת את הדעת להיבטים אלו בתכנון:



תמונה 4. מעבר עילי מעל כביש 70. המעבר משמר רצף קרקעי בין אזור אלונה לכרמל. רצף זה נקטע עם סלילת הכביש והרחבתו. החיבור בין שני עבריו נשמר על בסיס מעבירי מים וגשרים מעל נחל תות ונחל דליה, אך ברוב הכביש הנוכחי מעברים אלו ארוכים וחשוכים ואינם מתאימים למגוון רחב של בעלי חיים (צילום דותן רותם).



תמונה 5. ארבע פרטים של צבי ארץ־ישראלי עוברים במעבר העילי מעל כביש 70. הצבאים צולמו בעזרת מצלמות מעקב אוטומטיות (את התמונה העביר בן רוזנברג).



תמונה 6. (א) מסלול תנועה של חולד עיוור (תלוליות הקרקע הקטנות) הנקטע בגין מסעת כביש. (ב) מסלול תנועה של חולד עיוור על המעבר העילי מעל כביש 70. החולד מתקדם מתחת לפני הקרקע. מאחר שאינו יכול לחצות את מסעת הכביש הקשיחה ואינו יכול להתקדם בתוך התשתית האבנית של הנחלים המקומיים (נחל תות ונחל דליה) החוצים את הכביש במעברים תחתיים מבוטנים, המעבר העילי הוא רצף הקרקע הבלעדי בין הכרמל לאזור אלונה ורמת מנשה (צילום דותן רותם).

- בעת תכנון תשתיות אורכיות המקבילות זו לזו על פני הקרקע, למשל, מסילת רכבת מקבילה לכביש ראשי, יש למקם מעברי ניקוז ומעברים לבעלי חיים כדי שתיווצר המשכיות בין המעברים (משרד הפנים, 2006 – רכבת העמק באזור עמק חרוד ותמונה 8)
- מיתון שיפועי סוללות רכבת בשטחים פתוחים כדי להגדיל את יכולתם של בעלי חיים לחצות את המסילה (משרד הפנים, 2006 – רכבת העמק באזור עמק חרוד).

- יצירת מעברים תחתיים לבעלי חיים שאינם מבוססים רק על מערכת הניקוז הטבעית ועל מעברים לחקלאים, אלא גם על מקומות שיוגדרו חיוניים בהמלצת אקולוג. חשוב להדגיש כי יש חשיבות רבה לטופוגרפיה שסביב המעבר ויש מצבים שבהם יש למקם את המעביר בראש הסוללה ולא בתחתיתה ובכך לקצר את אורכו.
- חשוב ליצור מעברים ייעודיים לבעלי חיים ולמנוע מעבר בני אדם. במחקר שנערך בכביש 6 היה ניכר כי בעלי חיים משתמשים פחות במעברים שבהם יש נוכחות אדם (גם נוכחות פיזית וגם נוכחות של ריח) לעומת מעברים שבהם לא היה שימוש של בני אדם (מליחי ושדות, 2010). עם זאת, אפשר לשלב מעברים לבני אדם ולבעלי חיים בתכנון נכון (איור 6).
- יצירת "מדרגות" יבשות בתוך מעברי מים גדולים, ובהן זרימת מים קבועה או עונתית הנמשכת על פני תקופה של כמה שבועות (תמונות 7-10).



תמונה 7. מעביר מים מתחת למסילת רכבת העמק בעמק חרוד. במקרה זה המדרגה היבשה נמשכת לכל אורך תשתית הניקוז כדי להימנע מהפרש הגבהים שנוצר בין כביש 71 לתשתית המסילה (צילום דותן רותם).



תמונה 8. מעבירי מים עם מדף בפרויקט רכבת העמק בעמק חרוד. המדף נמשך עד להתחברות לפני השטח שמעבר למעביר המים עצמו. אפשר לראות את מעביר המים של כביש 71 מעבר למעביר זה. בשלב התכנון בפרויקט זה נדרש סנכרון של מעברי מים בכביש וברכבת כדי להימנע מכליאת בעלי חיים החוצים תשתית אחת בין תשתיות. כדי למנוע מעבירים ארוכים וחשוכים נותר מרווח בין המעברים (צילום דותן רותם)

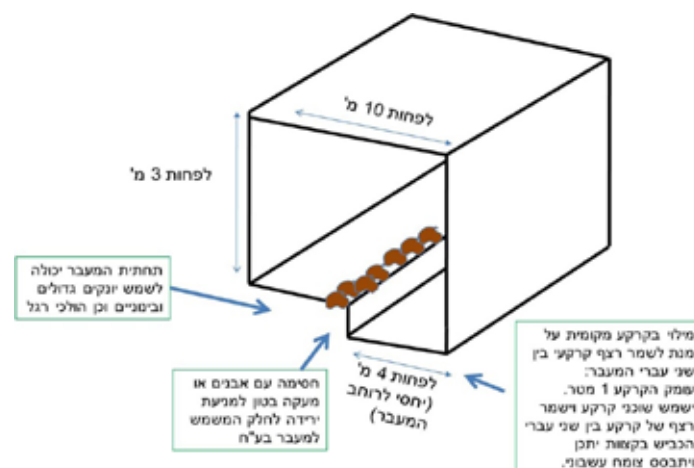


תמונה 9. מעביר מים מתחת לכביש בעמק החולה. (א) המדף היבש מאפשר מעבר גם לבעלי חיים הנמנעים מכניסה למים. ללא המדף עולים בעלי החיים לכביש, ושם הם חשופים לדריסה. (ב) גדר מונעת את עליית בעלי החיים לכביש ומנתבת אותם לעבר המעבר (צילום טליה אורון).



תמונה 10. לוטרות חוצות על גבי המדף שהותקן במעבר התחתי. לפני התקנתו נדרסו פרטים רבים. הלוטרה היא מין בסכנת הכחדה קריטית בישראל (צולם במצלמה אוטומטית, טליה אורון ואלון רייכמן).

תכנון מעברים חקלאיים ומעברי רכב מתחת לכביש ברוחב המאפשר שילוב של מעבר רכב ובצדו קרקע טבעית מקומית המאפשרת מעבר לבעלי חיים שוכני קרקע (איור 6).



איור 6. הצעה לשילוב בין מעבר רכב למעבר לבעלי חיים השומר על רציפות הקרקע הטבעית בין שני עברי המעבר. בכל מקרה יש להעדיף יצירת מעברים נפרדים לבני אדם ולבעלי חיים.

הותרת מעברים "שקופים" בקירות הניו ג'רזי במרכז הכביש (תמונה 11). אף על פי שכבישים ארבע-נתיביים ומעלה אמורים להיות מגודרים משני צדיהם תחזוקת הגדרות לוקה והן נפרצות תדיר על ידי בעלי חיים. עליית בעל חיים למסעה מסכנת את הנהגים, אך חומת הבטון במרכזה מעלה את הסיכוי לתאונות מכיוון שבעל החיים נלכד ואינו יכול להמשיך בחצייה. הותרת מרווחים בקיר הבטון, כולל מיגון מתכת, עשויה להפחית את הסיכון לבעלי החיים ולנהגים.



תמונה 11. הותרת מעברים "שקופים" אך ממוגנים לאורך קיר ניו ג'רזי בכביש החוף מאפשרת מעבר לבעלי חיים שנקלעו לכביש בעל כורחם (צילום דותן רותם).

- גידור או גינון מנתבים באזורי מעברים (לפירוט ראו: אחירון-פרומקין, 2012).
- הפחתת תאורה באזור המעברים לפי המלצות לידר, 2008 א'.
- גינון שולי הדרך ואזורי הניתוב למעבר בצומח טבעי מקומי.
- הימנעות מגינון שולי דרך בעצי בוסתן היכולים לשמש וקטור להעברת מחלות לשטחים חקלאיים סמוכים. מאחר שעצי הבוסתן אינם מטופלים תדיר נגד מזיקים, הם עלולים להיות בית גידול למזיקים אלו, החודרים פעם אחר פעם לחלקות חקלאיות סמוכות.
- איסור על ריסוס צדי דרכים בתחום מסדרונות אקולוגיים.
- יצירת מעבר עילי מעל לתעלת המוביל הפתוחה בגליל התחתון.
- יצירת מעברי "ל" רבים בקו התפר הבנוי (תמונה 12) ובגבולות מדינת ישראל המגודרים גידור רציף.



תמונה 12. (א) מעבר "ל" מתחת לחומת קו התפר ובגבול ישראל מצרים. המעבר מאפשר מעבר של יונקים קטנים ובינוניים, זוחלים ופרוקי רגליים (צילום דותן רותם) (ב) תבנית המעבר (צילום עומרי גואלמן).

לפירוט ולהרחבה על אופן הביצוע המיטבי של פעולות לחציית תשתיות אורכיות, כגון כבישים ומסילות ברזל, ראו גם אחירון-פרומקין, 2012.

פגיעה ברצף השטח הטבעי בתת הקרקע

בעת תכנון של תשתית אורכית יש להתחשב גם בהשפעות על תת הקרקע מבחינת הפגיעה בבית גידול – הן הפגיעה הישירה עקב החלפת הקרקע במצעים שנועדו לייצוב התשתית ולביסוסה, הן הפגיעה העקיפה עקב פגיעה באקוויפרים מקומיים.

- יש לתכנן מעברים ייעודיים לבעלי חיים שוכני קרקע וצמודי מצע שאינם עולים על הכביש או אינם עוברים במעברי מים ובטון. אפשר להיעזר גם באמצעים ייעודיים, כמו צינורות בכמה קטרים המונחים במעבר (לפירוט ראו אחירון-פרומקין, 2012).
- יש לוודא שהעברת תשתית בתת הקרקע אינה פוגעת באקוויפרים מקומיים רדודים ומשנה את מהלכם של תנועת מים בתת הקרקע, העלולה להשפיע על מעיינות עונתיים רדודים, ובכך לפגוע במערכת אקולוגית סמוכה המשמשת גם מסדרון אקולוגי.

תשתיות עיליות – קווי חשמל

קווי חשמל הם איום על המערכת הטבעית בכלל ובמסדרונות אקולוגיים בפרט. לכאורה, קווי חשמל הם דקים ואינם חוסמים את המרחב האווירי הפתוח. עם זאת, קווי חשמל יכולים להיות מפגע בכמה אופנים:

1. הרתעה ומכשול – מחקרים בעולם הראו שקווי מתח המוליכים חשמל במתחים שונים גורמים לבעלי חיים להתרחק משטחים פתוחים הסמוכים לקווי החשמל (Andrews, 1990; Jenkins et al., 2010; Hass et al., 2005; EirGrid, 2012), ולהתרחק מצירי תנועה עיקריים בין אתרי שיחור מזון ולינה, או בצירי נדידה מרכזיים (Andrews, 1990; APLIC, 2006, 2012, 2014).
2. התנגשות – עופות שאינם מבחינים בקווי החשמל, במיוחד בתנאי ראות מוגבלת, עלולים להיפגע ישירות מקווי חשמל ואף לגרום לפריקת מתח ולהתחשמל (McKinsey, 2007). מחקרים מצאו שתמותת עופות מהתנגשות בקווי מתח יכולה להגיע לממדים של מיליוני פרטים בשנה (Rioux et al., 2013).
3. התחשמלות – עופות הנוחתים על עמודי החשמל או על מתקנים, כמו שנאים, עלולים לסגור מעגל בין המוליכים או בין הכבלים עצמם ולהתחשמל. ממדיה של התופעה הזאת גדולים מאוד בכל רחבי העולם ולכן הנושא מטופל במסגרת האמנות הבינלאומיות הסביבתיות, African-Eurasian Waterbird Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals ו-Agreement Hass et al., 2005; APLIC, 2006, 2014; CMS Res.10.11).
4. התפשטות מינים מזיקים – עמודי מתח מאפשרים חדירת מינים מזיקים לשטחים חדשים: העמודים משמשים מקום לקינון עורבים אפורים ועורבים חומי עורף ומאפשרים למינים אלו להתרבות ולהתפשט למקומות שהם לא יכלו לאכלס בדרך הטבע בשל היעדר מקומות קינון. מינים אלו הם איום על מינים רגישים, ועם עצם האיום בקו המתח הם יכולים להיות גם חיץ פיזי.

בישראל בשנת 2011 עוברים יותר מ-30,000 ק"מ של קווי מתח-על – עליון וגבוה (חברת החשמל בישראל, ויקיפדיה), מרביתם מעל לפני הקרקע. קווי החשמל ועמודי החשמל עלולים לסכן בעלי כנף, בעיקר בשטחים הפתוחים. ההמלצות במקרה זה נוגעות לתכנון, למיגון ולסימון של קווי חשמל העוברים בשטחים פתוחים שידוע שהם נתיבי תעופה ואזורי פעילות של בעלי כנף. בתחום הטיפול בקווי החשמל אפשר למנות ארבעה רכיבים:

מיגון עמודים בפני התחשמלות

יש צורך במיגון מכיוון שהתחשמלות מתרחשת בעיקר על קווי מתח גבוה (בישראל עד 33 kV):

- מומלץ לטמון קווי מתח גבוה בשטחים רגישים מבחינת פעילות עופות כדי להימנע מהקמת עמודים (הצופה ואלון, 2014).
- קווי מתח גבוה עיליים המוקמים בשטחים פתוחים (אם אי אפשר להטמין) – כל חוטי הגישור חייבים להיות מבודדים (עמודי פינה, מתיחה, שנאי או מיתוג). בעמודי פינה או מתיחה אפשר להסתפק בהעברתם מתחת לזרוע המשא. בכללי הרשת הארצית של חברת החשמל נכתבו "הנחיות לביצוע מיגון קווי מתח גבוה נגד התחשמלות ציפורים", ובהן מפורטים שלל האמצעים למניעת התחשמלות כולל המספר הקטלוגי (מק"ט) של כל אמצעי.
- בכל מקום שיש בו קו מתח גבוה, עד 300 מ' ממאגרי מים, מברכות דגים ומאתרי פסולת יש למגן את העמודים לפי "הנחיות לביצוע מיגון קווי מתח גבוה נגד התחשמלות ציפורים" (הצופה, בכתביה/2010).

מזעור התנגשות עופות בקווי מתח

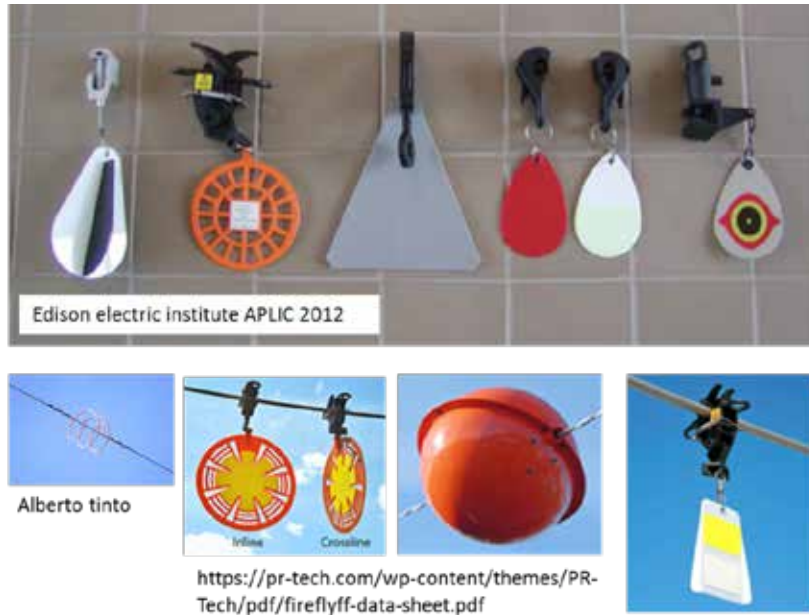
- בקווי מתח חדשים, או בעת שיקום ותחזוקת קווים קיימים בצירי תעופה חשובים ובאזורים רגישים יש להתקין אמצעים לסימון ולהגדלת הנראות של קווי המתח ביום ובלילה (איור 7). סקירה של ניסויים במגוון סמנים הצביעה על ירידה של עד 70% בהתנגשויות בין חוטים מסומנים לחוטים שלא סומנו (Jenkins et al., 2010). עדיף, כמובן, שלא להקים קווי מתח באזורים רגישים.

תכנון קווי חשמל חדשים והקמתם

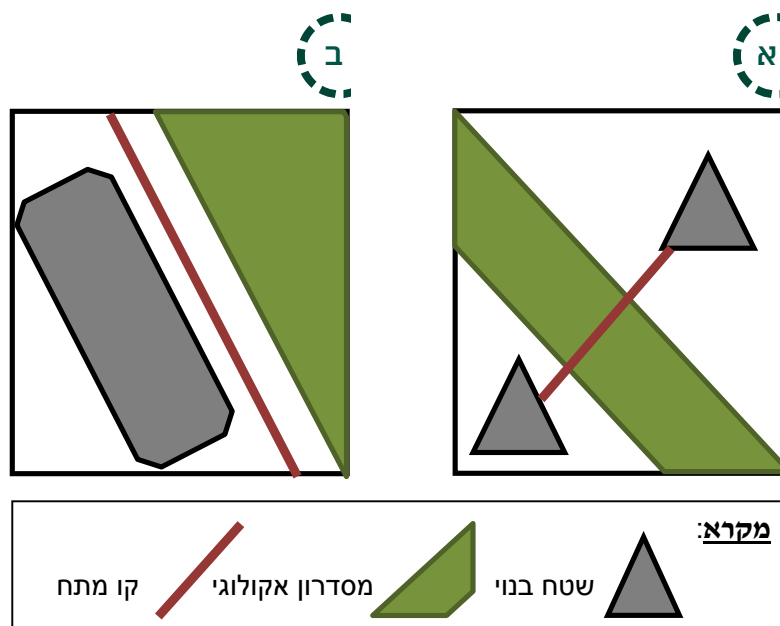
- במידת האפשר יש לתכנן קווים טמונים בתחומי מסדרונות אקולוגיים ובמקומות שהקווים חוצים נתיבי תעופה חשובים. לדוגמה, קו המתח העליון המתוכנן לחצות את עמק החולה עלול לגרום לפגיעה בעופות נודדים ומקומיים מאחר שהוא ממוקם בלבו של ציר נדידה עולמי ובתוך מסדרון אקולוגי (הצופה ואלון, 2014).
- אם אפשר רצוי להימנע מהעברת קווי חשמל בתחומי מסדרונות אקולוגיים או סמוך לבתי גידול ולאתרי פעילות מרכזיים של עופות מקומיים ונודדים.
- בעת תכנון קו עילי חדש יש לתת את הדעת להיבטים אקולוגיים הקשורים לתנועת עופות בצירי נדידה ולתנועה יממתית בתחומי מסדרונות אקולוגיים. היבטים אלו כוללים נתונים על תנועת עופות, על עוצמות רוח, על טופוגרפיה ועל פרטי תכנית המנתבים עופות.
- יש לתכנן את סוגי העמודים, את סוג הפרופיל שלהם, וכן את מיקומם של הכבלים המוליכים ושאינם מוליכים כדי שתימנע פגיעה בעופות ובמערכת ההולכה.
- יש להימנע מהעברת קווי חשמל ניצבים לצירי מסדרון אקולוגי (איורים 8 ו-10).
- יש לצמצם את המרווח בין קווי מתח מקבילים שגובהם דומה כדי לצמצם את שינויי הגובה בעת נדידת עופות בצירים הניצבים לקווים (איור 9).
- לעומת זאת, קווי מתח שגובהם שונה מאוד זה מזה יש למקם במרחק ניכר זה מזה (Hunting, 2002).
- בעת תכנון קווי חשמל לרכבות יש לכלול אמצעים למיגון כל העמודים ולמניעת התנגשות לאורך הקו.

חידוש קווי חשמל קיימים ושיפור נראותם

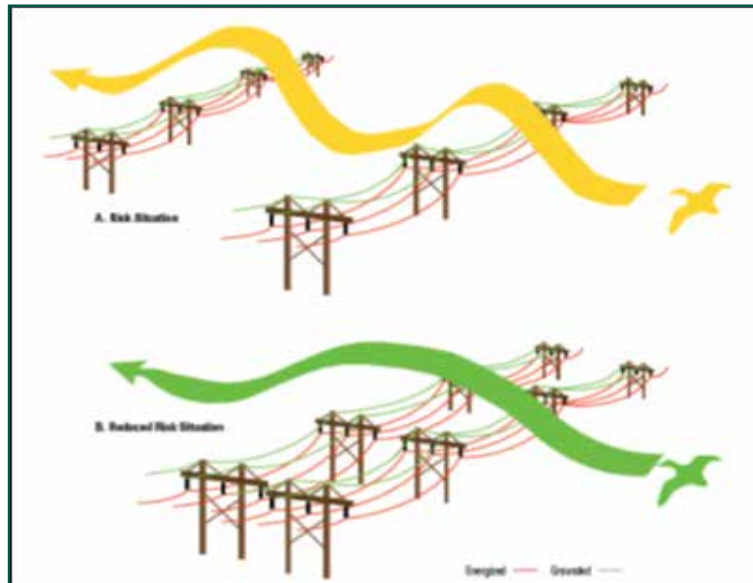
- הסרה של כבלי הארקה וסימון מאסיבי יכולים להפחית ב־80% את ההתנגשות בקווי חשמל (Jenkins et al., 2010), ובמקרים קיצוניים גם למנוע התחשמלות (ב־2013 התחשמלו ביום אחד יותר מ־12 בזים אדומים ברמות מנשה מעמידה על כבל הארקה). יש לבחון עם חח"י את האפשרות להסיר את כבלי הארקה במקומות שבהם אפשר לעשות זאת בשטח מסדרונות.
- יש לשקול שינוי של תוואי קו המתח אם יש מידע על פגיעה מהותית בעופות.
- יש לשקול הטמנת של מקטעים מהקו המחודש במקומות שיש בהם סיכון גבוה לפגיעה בעופות.



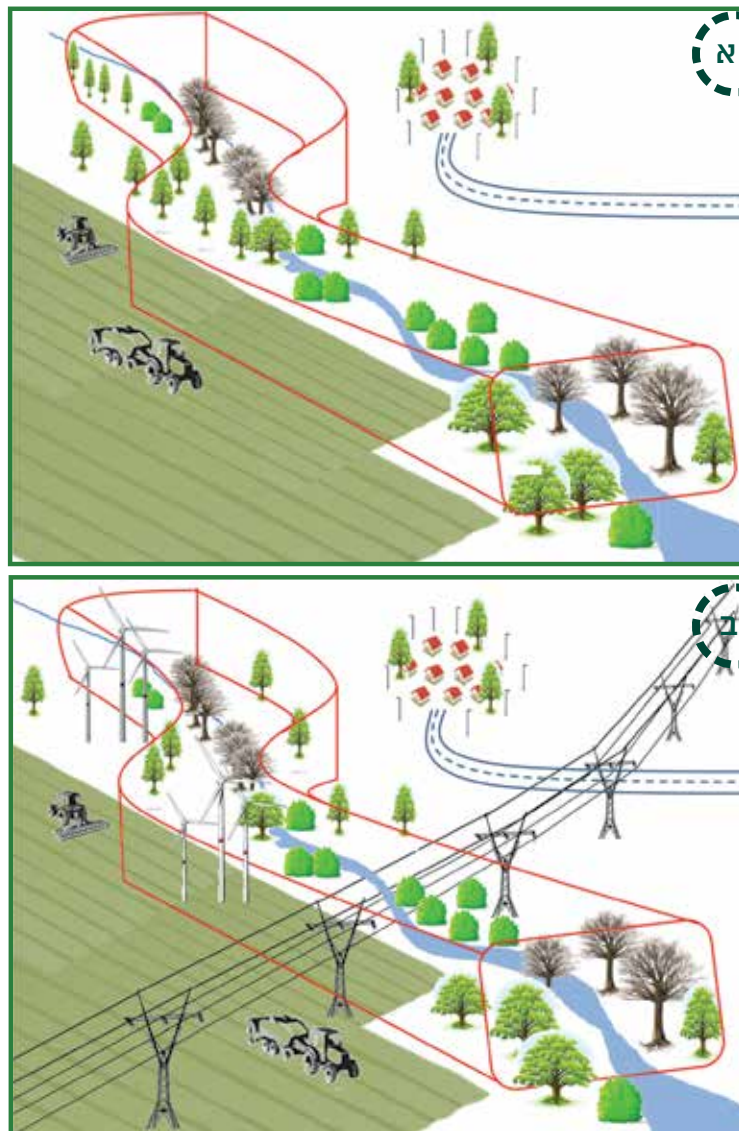
איור 7. מכלול אמצעים לסימון של קווי חשמל. בישראל נעשה שימוש ב - Bird Diverter מתוצרת AB HAMMARPRODUKTER (צילום ימין למטה).



איור 8. העברת קווי חשמל ומסדרונות אקולוגיים. (א) העברה מזיקה – חצייה של מסדרון אקולוגי. (ב) העברת קו מתח במקביל למסדרון האקולוגי ויצירת חיץ בינו לבין בינוי או תשתית קיימת (על פי פדרמן, 2014).



איור 9. הפחתת התנגשות עופות בקווי מתח על ידי הצמדת קווים (מתוך 2012 APLIC).



איור 10. גורמים המגבילים את תפקודו של מסדרון אקולוגי באוויר. (א) המסדרון האקולוגי תחום במסגרת האדומה, והוא מתואר כישות בעלת נפח הכוללת גם את הנחל גדותיו וחלק מהשדה וגם את הממד האווירי שמעליהם. (ב) תוספת של קווי חשמל ושל טורבינות רוח פוגעת בתפקודו של המסדרון, מצרה אותו ואף עלולה לפגוע בבעלי החיים הנעים לאורכו. בשעת לילה גם תאורת היישוב השכן עלולה להשפיע על המסדרון ולהצר אותו בפועל.

לפירוט ומפרטים טכניים מומלץ להיעזר במקורות האלה:

Avian Power Line Interaction Committee – APLIC (2006), Suggested practices for raptor protection on power lines: the state of the art in 2006, Edison Electric Institute and the California Energy Commission. Washington, D.C.

Avian Power Line Interaction Committee – APLIC (2012), Reducing Avian Collisions with Power Lines: The State of the Art in 2012. Edison Electric Institute and APLIC, Washington, D.C.

3.4 נחלים, תעלות ועורקי ניקוז

נחלים ועורקי ניקוז בשטחים שאינם טבעיים או מיוערים הם לא פעם בסיס חשוב למסדרונות אקולוגיים, הם מהווים תוואי ברור שכמעט שאינו משתנה במרחב ובזמן, תופעה חשובה לתנועת בעלי חיים. במקרים רבים עורקי הניקוז הם בתי גידול של צומח טבעי לעומת השטחים הסובבים אותם, היכולים להיות שטחים חקלאיים, מבוניים או מיוערים. כאשר בוחנים נחל יש לבחון מכלול של שתי גדות וגוף המים, או את ערוץ הזרימה אם מדובר בנחל אכזב.

ההפרעות העיקריות העלולות לפגוע בתפקודו של עורק ניקוז כמסדרון אקולוגי הן כיסוי גדות וייצובן בבטון או באבן, פעולות ההופכות את המוביל לסטרילי מצמחייה. גם טיפולים בגדות שיש בהם כדי לחשף את הגדה מצמחייה, כמו כיסוח, ריסוס ושרפת גזם פוגעות במסדרון האקולוגי. זאת ועוד, גם תכנון ופיתוח לצורכי פנאי ונופש שאינם מותירים שטחי גדות טבעיות גורמים לפגיעה בתפקודו של הנחל כמסדרון אקולוגי. פיתוח שפך נחל חדרה הוא דוגמה לפיתוח לא נכון בהיבט האקולוגי. גם הפיתוח במעלה נחל הקישון (תמונה 13) המותיר לכאורה גדות עם צמחייה אינו מיטבי לתפקודו של הנחל כמסדרון אקולוגי. מהתמונה עולה שהדרך קרובה לגדה ואינה מותירה מרחב להתפתחות צומח טבעי מעבר למדרון הנחל. נוסף על כך, הדרך מצופה במצעים לא מהודקים, ולכן, בהיעדר צמחיית גדות מפותחת, כאשר הנחל עולה על גדותיו, הדרך עלולה להיסחף וחומר זר עלול להיכנס למערכת האקוויטית.



תמונה 13. פיתוח גדות נחל הקישון. הדרך צמודה לתוואי הנחל ואינה מותירה שטח להתפתחות צומח טבעי. בעת הצפה חומר המצע מהדרך עלול להיסחף לתוך נחל [צילום ניר אנגרט].

3.4.1 המלצות לתכנון נכון של נחלים ושל עורקי ניקוז כמסדרונות אקולוגיים או כעורקים ירוקים (Greenways)

- מומלץ להרחיב את רצועת הנחל ככל האפשר. כיום, במסגרת חוק הניקוז, הרצועה המוקדשת להגנה על הנחל מצטמצמת לחמישה מ' (מכל צד), שרובה משמש להתוויית דרכים. רצועת נחל משמעותית תעמוד על כ־25 מ' (מכל צד) בנחלי החוף והעמקים.
- שמירה על קישוריות הנחל הראשי ויובליו (ושיקומה במידת הצורך).
- שמירה על צמחיית גדות טבעית או השבתה. לשמירה על צמחיה טבעית יש יתרונות גם במניעת התחתרות לאחור ופגיעה בשדות החקלאיים הסמוכים, וגם בשמירה על איכות מי הנחל מפני כניסת חומרי ריסוס מהשדות (Bentrup, 2008).
- שמירה על גדות טבעיות ללא פיתוח וחיבור בין הגדה לשטחים טבעיים סמוכים.
- זניחה של הריסוס כאמצעי לבקרת צומח לאורך גדות הנחל ומעבר לטכניקות כיסוח. איתור שטחים בלתי מעובדים במרחב וקישורם ככל האפשר למארג בתי הגידול לאורך הנחל.
- כיסוח, אם נדרש, במועד ובמינון נכון יכול לשפר מאוד את תפקודם של עורקי ניקוז כמסדרונות אקולוגיים ולסייע בשמירה לאורך זמן על מגוון המינים הגבוה המתקיים בנחל ביחס לסביבתו הלא טבעית (סיני ואחרים, 2004; סיני ואחרים, 2011). נוסף על כך, במחקר שנערך בשמורת הטבע עינות גבתון הראו החוקרים כי ציפורי סבך מהמין קנית קטנה שמרו אמונים למקום הקינון שלהן גם בעת העבודות שנעשו בשמורה (הרן, 2015). לכן יש חשיבות גדולה לעיתוי העבודות ובוודאי להותרת צומח במידה שתספיק כדי לתמוך במינים מקננים.
- שמירה על רצועת נחל או על רצועת ניקוז כאזור לא מבונה לרבות בניית חממות.
- בעת ייצוב גדות בצמחייה – שימוש בצומח מקומי.
- תכנון נופי ויישום עקרונות לשיפור תפקודו של ציר הנחל וגדותיו כמסדרון אקולוגי על ידי הגדלת המורכבות הנופית באמצעים מגוונים – צומח מעוצה, צומח עשבוני, מסלעות ועוד (Hellmund & Smith, 2006).
- יש לשקול החזרה של נפתולים או פיתולים לנחלים שהוסדרו ו"ושרו". האטת הזרימה בפיתולים מאפשרת התפתחות טובה יותר של צומח וחי בגדות ומשפרת את תפקודו של הנחל כציר תנועה (Bentrup, 2008; ארזן, 2010).
- התוויית שבילים ודרכים:
 - ככל שמידת הפיתוח של השביל נמוכה יותר, רצועת הנחל תתפקד טוב יותר כמסדרון.
 - ככל שהשביל יהיה רחוק יותר מגדת הנחל, תתאפשר צמיחה של צמחיית גדות משמעותית יותר עד ליצירת סבך. סבך זה חיוני למסתור, לקינון ולשיחור מזון.
 - ככל האפשר מומלץ להסתפק בשביל בצד אחד של הנחל.
- חציות של הנחל:
 - ככלל, גישור עדיף על מעבירי מים.
 - החציה המוצלחת ביותר הן מבחינה הנדסית הן מבחינה אקולוגית היא חציה שאינה משפיעה על משטר הזרימה של הנחל באירועים השכיחים.
 - יש לתכנן רכיבים שיאפשרו מעבר בעלי חיים יבשתיים (לדוגמה, מדפים מוגבהים בתוך מעביר המים).
 - יש לתכנן רכיבים שיאפשרו מעבר בעלי חיים אקוטיים, למשל, סולמות דגים ("סולם דגים" הוא

מתקן הנדסי הממוקם במפלים מעשה ידי אדם, המאפשר לדגים לנוע במעלה הזרם).

אזורי חצייה של נחלים הם מעברים הכרחיים במרחב, ורצוי לרככם באמצעות צומח מעוצה אופייני וצמצום תאורה ככל האפשר.

לפירוט בנושא תכנון נחלים ותפקודם מומלץ לעיין במסמך "שיקום ושימור הנחלים ובתי הגידול הלחים בישראל: מדיניות רשות הטבע והגנים" (אוזן, 2010).

4. הטמעת מסדרונות אקולוגיים ורצף שטחים פתוחים בתכניות ארציות ואזוריות

פרק זה סוקר תכניות מתאר, תכניות מרקמיות ותכניות אזוריות שבהן תוכננו והוטמעו הנחיות למסדרונות אקולוגיים ולשימור רצף שטחים פתוחים. בישראל תוכנן עד כה קטע ממסדרון אקולוגי מרכזי המבוסס על שטחי חקלאות בין רמת צבאים לגלבו (קפלן וויטמן, 2011). בימים אלו נערך איסוף מידע ותכנון ראשוני של מערכת העורקים הירוקים במועצה האזורית בלב השרון (ריטוב ורותם, 2011). בתכניות אזוריות ומקומיות אחדות יש התוויה והנחיות למסדרונות אקולוגיים.

תמ"א 35

תכנית תמ"א 35 התקפה אינה מגדירה מהם מסדרונות אקולוגיים, אך מגדירה הגדרה כללית מהי שמירה על רצף שטחים פתוחים (ס' 6.2) בדגש על המרקמים "שמור משולב" ו"שמור ארצי". שמירה על רצף מעין זה תיצור רצף של שטחים פתוחים לכל אורכה של מדינת ישראל ("השדרה הירוקה"). במרקמים עירוניים מוגדרות רצועות נוף. באזורים מסוימים רצועות אלו יכולות לשמש עורקים ירוקים מקומיים. גם בהנחיות למרקם החופי כתוב "השתכנע מוסד תכנון כי התכנית אינה פוגעת פגיעה של ממש בתהליכים האקולוגיים לאורך החוף והים, וכי אין בה שינוי מהותי של אופי האזור". חלק מהתהליכים האקולוגיים קשורים לרציפות המרחב, כמו הסעת חולות והפצה של זרעים ובעלי חיים.

בהחלטת המועצה הארצית לתכנון ובנייה (ספטמבר 2014) נקבע שהעדכון המתוכנן של תמ"א 35 יכלול התוויה סכמתית של המסדרונות האקולוגיים הראשיים (איור 24), ותמ"א 35 בהוראותיה כבר קובעת הנחיות לתכנון באזור המסומן כמסדרון אקולוגי (מנהל התכנון, מועצה ארצית, ישיבה 574, 2014).

תכנית מתאר מחוזית למחוז ירושלים 30/ו

בתכנית המתאר של מחוז ירושלים הוטמעו חייצים אקולוגיים והנחיות לבחינתן של תכניות בינוי שיוגשו לאזורים אלו או לאזורים סמוכים להם (זלוצקי, 2007): "מוסד התכנון הדן בתכנית הכוללת בינוי באזור בו מסומן חיץ אקולוגי יחליט על הפקדתה לאחר שקבע את ההוראות הדרושות בתכנית לשמירת רוחב החיץ האקולוגי ורציפותו, בהתאם לתנאים טופוגרפיים ואחרים הייחודיים לאותו מרחב, ואת היחס בינו לבין שטחים מעובדים סמוכים, וזאת לאחר שבחן חלופות לשמירתו".

ועוד בהקשר למעברים אקולוגיים נאמר: "בנוסף למסומן בתכנית זו, מוסד תכנון הדן בתכנית הכוללת דרך, מסילת ברזל ו/או קו תשתית בתחום השטחים הפתוחים, ישקול את הצורך בקביעת מעבר אקולוגי במסגרתה, במטרה לאפשר את הרצף האקולוגי".

נושא השמירה על רצף השטח הפתוח מופיע גם בסעיפים נוספים בתכנית.

תכנית מחוזית חלקית – תכנית מרקמית בקעת הנדיב מס' תממ/5/6 (טרם אושרה)

בתכנית מפורטות מטרות המסדרונות האקולוגיים וחשיבותם של המסדרונות לשמירה על מגוון ביולוגי גנטי ולקיימות לדורות של אוכלוסיות טבעיות. כמו כן מוגדרת בה חשיבות הקישור בין אזורים בארץ בעלי אופי פיטוגיאוגרפי שונה. בתכנית יש המלצה להתוויית המסדרונות לאורך צירי הנחלים וכן המלצות לעקרונות לשמירת המסדרונות כרצף שטח פתוח, ובהן: הימנעות מבנייה בשטח המסדרון, מיקום מעברי בעלי חיים עיליים ותחתיים לדרכים ולמסילות ברזל, יצירת שיפועים מתונים של סוללת מסילת רכבת, פתיחת מעברים בגדרות מרעה ומניעת תאורה בשעות הלילה (קפלן, 2004).

תכנית מחוזית חלקית – תכנית מרקמית למרחב השקמה מס' 43/14/4 (מאושרת)

תכנית לאזור המוגדר "מרחב השקמה" המגדירה במטרותיה תכנון של רצף שטחים פתוחים, שמירה על ערכי טבע, וכן שמירה על מסדרונות אקולוגיים. הוראות התכנית מפרטות כיצד יש לנהוג בעת בקשה לפיתוח בתחום מסדרון אקולוגי או בשטח הקרוב לו כדי 50 מ'. יש להגיש נספח נופי סביבתי ולהביאו לדיון בגופים ששטחי המסדרון נמצאים בתחום שבניהולם, ובהם רשות הטבע והגנים, הקרן הקיימת לישראל ומשרד

החקלאות. כמו כן, יבחנו את הבקשה מנהלת פארק השקמה והמשרד להגנת הסביבה. הוראות התכנית מנחות כיצד למצוא פתרונות למעבר בעלי חיים בחציית תשתיות אורכיות על-אדמתיות ותת-אדמתיות ופתרונות לגידור ולתשתיות. בסוף התכנית יש הנחיה ליצירת תכנית מפורטת למסדרונות על ידי מנהלת הפארק בסיוע רט"ג, קק"ל, משרד החקלאות ופיתוח הכפר והמשרד להגנת הסביבה (איזן, 2012).

תכנית מקומית – מועצה אזורית בני שמעון מס' 7 / 02 / 305 / 56 (מאושרת)

התכנית מגדירה את תוואי השטח הפתוח המוגדר מסדרון אקולוגי ואת מהותו כשטח טבעי המאפשר מעבר של צמחים ובעלי חיים. כמו כן מפורטות בה הנחיות למידת הפיתוח המותר והאסור בתחומי המסדרון, לרבות ההגדרה שבמקומות שרוחב המסדרון בהם הוא פחות מ-300 מ' לא יותר כל פיתוח נוסף. בכל מקרה של פיתוח יידון הנושא במועצה האזורית ובצוות היגוי לשטחים פתוחים (לרמן, 2009).

מסמך תכנוני – מסדרון אקולוגי גלבו-צבאים

מסמך זה הוא מסמך תכנוני ראשון מסוגו, ומתוכנן בו בפירוט תוואי המסדרון האקולוגי בשטח חקלאי בעיקרו. המסמך מנתח תא שטח נרחב שבין הגלבו-צבאים לנחל יששכר ובמרכזו עמק חרוד. לאור ניתוח השטח מובאת המלצה על תוואים של מסדרונות אקולוגיים, ואף דוגמה לניתוח מפורט של ציר מסדרון. כל תא שטח בתחום המסדרון המומלץ מנותח לרכיבים הטופוגרפיים, החקלאיים והאקולוגיים שבו, ולכל מקטע נוסחו הנחיות לשיפור תפקודו האקולוגי בהיותו חלק ממסדרון אקולוגי. בין ההנחיות יש המלצות לגידור ידידותי, לטיפול בקווי חשמל, לחציית תשתיות אורכיות (כמו כביש 71 ורכבת העמק), וכן לשינוי אופי הטיפול החקלאי בשדות ובשוליהם: שימור קרקע, הפחתת ריסוסים והותרת שולי שדות לא מטופלים (קפלן וויטמן, 2010).

תכנית אב לשטחים פתוחים בגולן – מועצה אזורית גולן (איזן ואחרים, 2014)

התכנית המגדירה הנחיות כלליות ופרטניות לשטחים פתוחים בשטחי המועצה האזורית גולן. התכנית מאמצת את תוואי המסדרונות האקולוגיים שהציעה רט"ג, והיא מכילה עליהן הגבלות פיתוח מחד גיסא, ומגדירה שימושים מותרים בהם מאידך גיסא. התכנית מגדירה את השטחים המיועדים למסדרונות "אחו גולני" שמטרתו "שימור השטח כשטח טבעי אקסטנסיבי הכולל צמחייה עשבונית באופי של בתה ומשמש למרעה ולסיוור וטיול. השטח יישמר ללא פיתוח חקלאי, ייעור, מאגרי מים וללא שמורות טבע וגנים לאומיים".

א. הנחיות תכנון

נושא	הנחיה
כללי	שטח זה מיועד להישאר שטח טבעי אקסטנסיבי ונוף גולני טיפוסי, ללא פיתוח חקלאי, ייעור, מאגרי מים, שמורות טבע וגנים לאומיים.
שימושי קרקע	בכל תכנון ייעשה מאמץ להנגיש את השטח ואת ערכיו לציבור הרחב, בין היתר, באמצעות שבילי סיוור וטיול. תותרנה תשתיות סניטריות בסיסיות לנוחות ציבור המבקרים, אגב צמצום השפעתן הנופית והסביבתית. יותר שימוש למרעה מבוקר. יתרו מיזמי תיירות ללא בינוי, על פי הנחיות תכנית זו, באישור מנהלת השטחים הפתוחים ובכפוף לאישור תכנית מפורטת או קבלת היתר, ככל הנדרש בדין. תותר בניית תשתיות בתנאים המפורטים באזור המשולב, להוציא מאגרי מים חדשים ומתקנים להפקת אנרגיה סולארית. מנהלת השטחים הפתוחים בהיוועצות עם חברת מי-גולן והגורמים המוסמכים תפעל לשיפור היבטים נופיים, סביבתיים ואקולוגיים של מאגרים וברכות מים קיימים, וכן לתוספת שימושים מוטי-תיירות במאגרים וברכות, על פי הרלוונטיות ומאפייני המקום. לא תותר תוספת מאגרים חדשים. לא יותרו מתקנים להפקת אנרגיה סולארית.

5. מיפוי המסדרונות האקולוגיים וצווארי הבקבוק – ניתוח מצב קיים, מסקנות והמלצות

מפת המסדרונות האקולוגיים מורכבת משלושה רכיבים. שניים מהם מסמנים את העוגנים, את שמורות הטבע, את הגנים הלאומיים ואת היערות, והרכיב האחרון הוא המסדרונות האקולוגיים המחברים בין העוגנים (איור 11 א'-ג'). המפה המשולבת (איור 12), מעודכנת יותר מהמפה שהומלצה בעבודתם של שקדי ושדות (2000) ושימשה עד כה את גורמי התכנון, את הגופים הירוקים ומתכננים מטעם יזמים בארץ. למפת המסדרונות הזאת נוספו מסדרונות בנגב ובגולן, וכן עודכנו מסדרונות באזורים אחרים לנוכח התקדמות הפיתוח והבנייה בכל חלקי הארץ. המסדרונות עודכנו גם בעקבות ממצאי סקר הספרות שנעשה לקראת כתיבת מסמך זה, וכן על פי תיקונים שהעבירו אנשי תכנון ואקולוגים ברט"ג ומחוזף לה. ככלל, בכל שנה נצברים שינויים והמפה מתעדכנת ביחידת ה-GIS של רט"ג. כדי להישאר מעודכנים אנו ממליצים לפנות לרט"ג בכל פעם שנדרשים למפה (שכבת GIS) זו. מבחינה ויזואלית יש להציב על שכבת המסדרונות את שכבת שמורות הטבע והגנים הלאומיים, את תמ"א 22 ואת תכניות היער המפורטות. כך "נותרים" המסדרונות האקולוגיים כצירים צרים המחברים בין השטחים השמורים. לצד הפיתוח קודמו גם תכניות מפורטות לשמורות, לגנים וליערות ובמסגרתן נוספו שטחים, עודכנו הקווים והוצאו שטחים שברובם הם שטחים בנויים וחקלאיים.

התוויות של מסדרונות אקולוגיים ברמת הגולן ובנגב נערכו מכיוון שבמהלך השנים שעברו מאז התוויית המסדרונות על ידי שקדי ושדות ב-2000 חלו שינויים רבים במרחבים אלו, שהוגדרו מרחבים פתוחים שבהם, לכאורה, "אין צורך במסדרונות". ברמת הגולן מוקמו חלקות מיגון נגד טורפים, וכן הוכשרו וגודרו שטחים נרחבים של מטעים וכרמים. פעולות אלו הן חסם למעבר יונקים גדולים ובינוניים והטיפוליים האינטנסיביים במטעים מקטינים את תפקודם כמסדרון אקולוגי ביחס לשטח הטבעי. בנגב הוגדרו מסדרונות עקב פיתוח קיים ומתוכנן באזור בקעות ערד ובאר שבע, וכן במערב הנגב. באזור מערב הנגב, בעקבות הזרמת מי שפד"ן לחקלאות, יש הסבה של שטחים שהיו בעבר אקסטנסיביים לחקלאות אינטנסיבית, ויש לכך השפעה שלילית בעיקרה על בעלי החיים והצומח הטבעיים למרחב זה (בן ישראל ואחרים, 2011).

מסדרונות אקולוגיים במזרח הארץ ובדרומה מבוססים על שטחים טבעיים וחלקם משמשים שטחי אש. מומלץ לקדם הגנה סטטוטורית על שטחים אלו. העדיפות הראשונה היא להגן על השטחים האלה באמצעות אכרזה כשמורות טבע, אך ניתן להגן עליהם גם בדרכי שימור אחרות. הבאנו לדוגמה את אזורי המזרח והדרום, שבהם שטחי המסדרונות הטבעיים רחבים, אך יש ליישם את ההמלצה הזאת גם בשטחים טבעיים אחרים בארץ, כך יישמר הקישור הקרקעי גם תחת הגנה סטטוטורית (ראו איור 13). מעברים הכרחיים בצווארי בקבוק מוצגים ומפורטים באיור 14 ובטבלה 1. המעברים מופיעים כנקודות על רשת הכבישים הראשיים. בכל נקודה יש למצוא את הפתרון הטוב ביותר למעבר התשתית מבחינת עולם החי: גשר ארוך המשמר את פני השטח הטבעיים שתחתיו, או מעבר עילי מגונן עם צומח טבעי של האזור.

שכבת המסדרונות בחלקיה הצפוניים והמרכזיים של ישראל חופפת ברובה לשכבת "מרקם שמור משולב" בתמ"א 35 המגדירה שמירה על רצף שטחים פתוחים ואף קטנה ממנה בשטחה (איור 15). כלומר, אנו מעריכים שמבחינה אקולוגית הקישוריות הקרקעית המוצגת כמסדרונות אקולוגיים מספיקה מהיבטים אקולוגיים, דמוגרפיים ואבולוציוניים. אולם לרצף השטחים הפתוחים יש גם היבטים של נוף ומורשת המושבתתים גם הם על השטח הפתוח. עם זאת, ישנם מקומות ספורים שבהם המסדרונות חוצים מרקמים עירוניים. לדוגמה, נחל באר שבע ויובליו העליונים של נחל שורק הנמצאים במתחם העירוני של ירושלים; נחל הירקון חוצה את גוש דן ונחל הקישון חוצה את אזור הקריות בחיפה, ושני הנחלים נשפכים לים ומהווים מסדרון אקולוגי אקוויטי חשוב. נוסף על כך יש למקם יותר רצועות נוף באזורי החפיפה שבין המסדרונות לבין מרקמים עירוניים כדי להבטיח את רצף השטח הפתוח. את רצועות הנוף יש לתכנן בשיטות שיבטיחו שהן יהיו עורקים ירוקים (Hellmund & Smith, 2006).

כדי להבין טוב יותר את מיקומם של המסדרונות האקולוגיים ביחס לתכניות המתאר המחוזיות (תמ"מ) מוצגים המסדרונות כנגד כל אחת מהתכניות בנפרד (איורים 16-22). כדי להקל על הקוראים, במפות אלו אוחדו ייעודי שטח דומים ונצבעו בצבע אחד. בכל אחת מהתכניות נותחו המשמעויות הנוגעות למסדרונות

האקולוגיים שבה:

תמ"מ 2/9 – יש לחזק את המסדרונות האקולוגיים בחלקה המערבי של התכנית שבו שטחים בנויים רבים. יש לחזק את הקישוריות על בסיס הנחלים בין הגליל המערבי לחוף הים. בחלקה המזרחי של התכנית חשוב ליצור שדרה רציפה לאורך רכס הרי נפתלי והר כנען, עד לגליל התחתון ולגלבע. יש לבסס את הקישוריות בין הגליל העליון לגלבע ולרמת מנשה על תוואים טבעיים וחצי טבעיים בעמק יזרעאל ובעמק חרוד. יש לחזק את הקישוריות על בסיס השטחים הפתוחים והחקלאיים בעמק החולה וברמת כורזים על ציר מערב-מזרח. חשוב למפות צווארי בקבוק בין שטחים מבונים או מיועדים לפיתוח ולהחליט על דרכים לצמצום החסימה הקיימת או המתוכננת.

תמ"מ 6 – במסדרונות אקולוגיים מתפקדים יש להתמקד בשלושה מאמצים מרכזיים: בחלקה הדרומי של התכנית יש למצוא פתרונות לצווארי בקבוק שנוצרו בחיבור של מסדרונות אקולוגיים משני עבריו של כביש 65 ולא רק פתרונות של חציית הכביש; בחלקה הצפון-מזרחי של התכנית יש ליישם פתרונות לחציית מכלול התשתיות האורכיות בין הכרמל לאזור טבעון-אלונים; ויש לשמר את הקישוריות והתפקוד לכל אורכם של נחל תנינים ונחל קישון ויובליו.

תמ"מ 30/1 – רצף השטח הפתוח המוגן הגנה סטטוטורית הוא טוב. יש למקד את המאמצים בשיפור הקישוריות על בסיס השטחים הפתוחים בחלקו הצפוני והמערבי של המחוז לעומת השטחים המקבילים מדרום למודיעין. בתחום היערות של הקרן הקיימת יש לבצע ממשק מתאים כדי לשפר את תפקודם של היערות הנטועים כמסדרון אקולוגי למגוון גדול של בעלי חיים וצמחים. בחלקים העליונים של נחל שורק ויער ירושלים יש לשמר את הקישוריות לכיוון מערב. חלק מהקישוריות היא בתוך שטחים חקלאיים, ושם אפשר לשפר את תפקודם של השטחים על ידי צמצום משמעותי של שימוש בגדרות וקיום ממשק משמר קרקע.

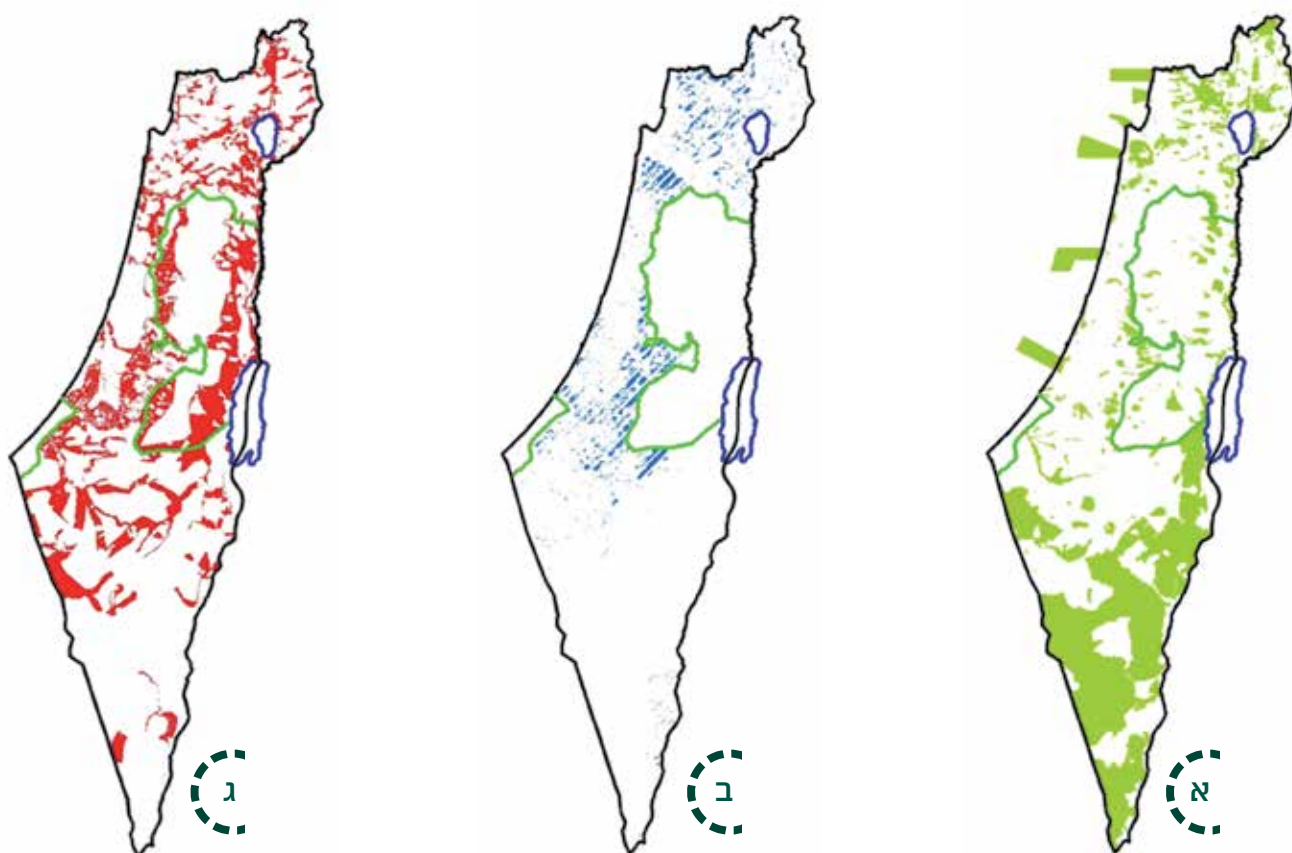
תמ"מ 14/4 – האזור הקריטי ביותר לשמירה על מסדרונות אקולוגיים מתפקדים הוא בין הרי הנגב לדרום הר חברון ולשפלה. אזור זה מאופיין בבקעות לס רחבות שמרביתן הוסבו לחקלאות וחלקן מיושבות התיישבות מפותחת ביותר של בדואים. כמו כן מתוכננים באזור זה יישובים חדשים. בכל תכנית עתידית של יישובים חדשים, מעבר ליישובי קבע, כרייה וחציבה והעברת תשתיות אורכיות, יש ליצור גם מסדרונות אקולוגיים. אזור נוסף הנמצא בפיתוח מהיר הוא אזור דרום הערבה. באזור יש אוכלוסיות גדולות של צבי שיטים, ויש למצוא פתרונות לקישוריות בת קיימא של השטחים הפתוחים המקיימים את האוכלוסיות האלה.

תמ"מ 5 – יש חשיבות גדולה ביותר לשמירה על הרצף המימי בין הים התיכון לבין חלקי העליונים של נחל הירקון. המעבר בין מים מלוחים למים מתוקים הוא בעל חשיבות עליונה לקיומם של מיני דגים ואורגניזמים אחרים. מעבר לכך, גדות הנחל, גם אם יש בהן גינון במקטעים מסוימים, מהוות קישוריות אקולוגית למינים שונים. בחלקים אחרים של שטחים פתוחים מומלץ ליישם תכנית למסדרונות אקולוגיים ברמה המקומית ולשלב מינים טבעיים בגינון.

תמ"מ 3/2 – תכנית האב של המועצה האזורית גולן הטמיעה את המסדרונות המוצעים וכללה הנחיות ברורות לשטחים האלה (איזן ואחרים, 2014). עם זאת, יש להקפיד לשמור על שטחים אלו פתוחים וללא חקלאות למעט מרעה בקר. מאחר שהשטחים הפתוחים נשמרים כטבעם מומלץ שגם בעת העברת שטחים לניהול קק"ל לא יתבצעו בשטח נטיעות העלולות לשנות לחלוטין את המערכת האקולוגית הייחודית של אזור זה.

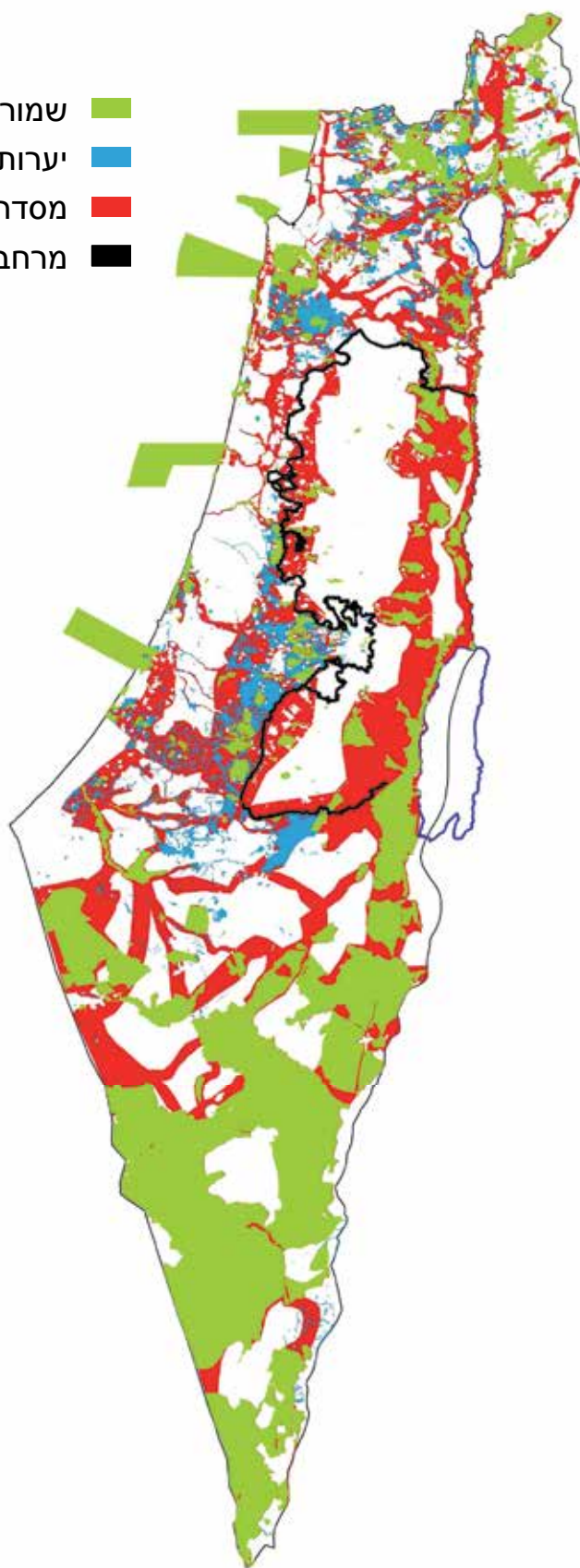
תמ"מ 21/3 – המסדרונות האקולוגיים בתכנית הזאת נתונים בצוואר הבקבוק המקשר בין חלקה הצפוני של ישראל למרכז ולדרומה. על חלק משטחי המסדרונות האקולוגיים בתכנית זאת יש איום ממקור אנושי (אנתרופוגני). המסדרונות צרים ארוכים ומתבססים על שטחי חקלאות ועל צירי תשתיות האסורים בבנייה (המוביל הארצי, קו מתח עליון 400, כביש 6). יש לשמור על הציר המזרחי הכלוא בין גדר הפרדה לשטחים הבנויים ממערב, וכן לקדם תכניות שעיקרן שמירה על רצף השטח הפתוח כטבעו לאורך ציר הנחלים ממזרח למערב (אלכסנדר, פולג, ירקון ושורק). מומלץ לקדם תכניות המשלבות שמירה על רצף שטחים פתוחים גם בתחום השטחים החקלאיים.

איור 23 מציג את מידת ההפרעה או מידת ההשפעה הנגרמת ממקור אנושי (הפרעה אנתרופוגנית) על רשת המסדרונות האקולוגיים הארצית. מידת ההשפעה האנתרופוגנית היא שכבת מידע גאוגרפית שהורכבה בעבודתו של גלעד וייל מיחידת ה־SOS ברט"ג, והיא כוללת מגוון נושאים, כמו השפעה של כבישים, של סמיכות ליישובים, של תאורה, של חקלאות ושל גורמים נוספים (Weil & Levin, 2015). ניכר ממפה זו כי על המסדרונות שבמרכז ישראל יש השפעה אנתרופוגנית ניכרת. חשיבותם של המסדרונות האלה עולה מאחר שהם נמצאים במותניים הצרים של המדינה, והם בעלי חשיבות עליונה לשמירה על רצף השטח הפתוח בין צפון ישראל לדרומה. בכל תכנון עתידי של שטחים פתוחים באזורים אלו יש לתת עדיפות לשמירה על רצף השטח הפתוח ולהפחתת הגורמים האנושיים הפוגעים בתנועת בעלי חיים וצמחים. מאחר שהמסדרונות האקולוגיים הם ביטוי לתפיסה המגדירה את חשיבות הרצף הקרקעי בין אזורים שמורים, יש לראות בקווי הגבול של המסדרונות המלצה למיקום המסדרון, בעיקר בשטחים החקלאיים. אם כך, בעת תכנון אזורי של מועצות אזוריות מועצות מקומיות ואזורים אחרים יש לעגן את השטחים הפתוחים שיוגדרו מסדרונות בהגדרות סטטוטוריות ברורות ולתת הנחיות לניהול השטחים האלה כדי שרצף השטח הפתוח יישמר.



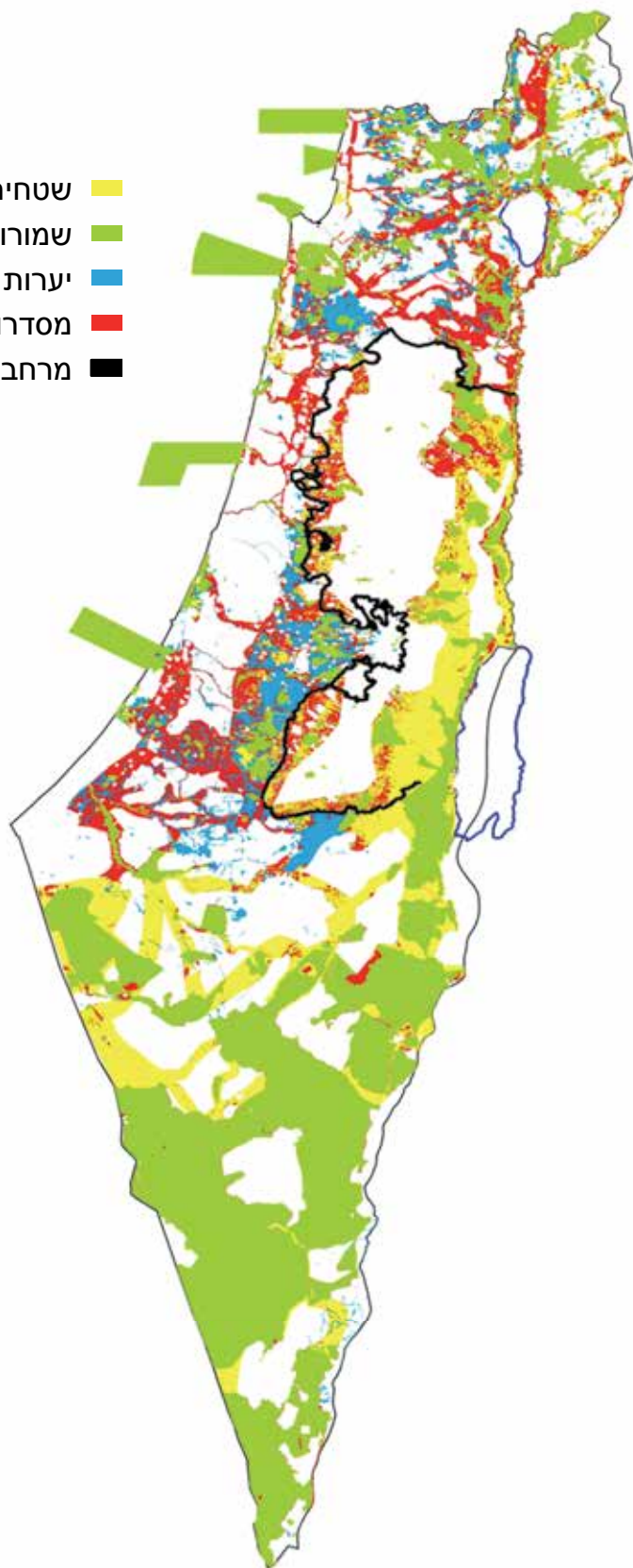
איור 11: (א) שמורות טבע וגנים לאומיים מוכרזים ומאושרים בתמ"אות בתמ"מים ובתכניות מפורטות, (ב) יערות תמ"א 22 וחלק מתכניות קק"ל, (ג) מסדרונות אקולוגיים המבוססים על שטחים פתוחים טבעיים, מכלולי נוף, נחלים בתמ"א 34 ושטחי חקלאות.

- שמורות טבע וגנים לאומיים
- יערות תמ"א 22 ותכניות מפורטות
- מסדרונות אקולוגיים
- מרחב התפר



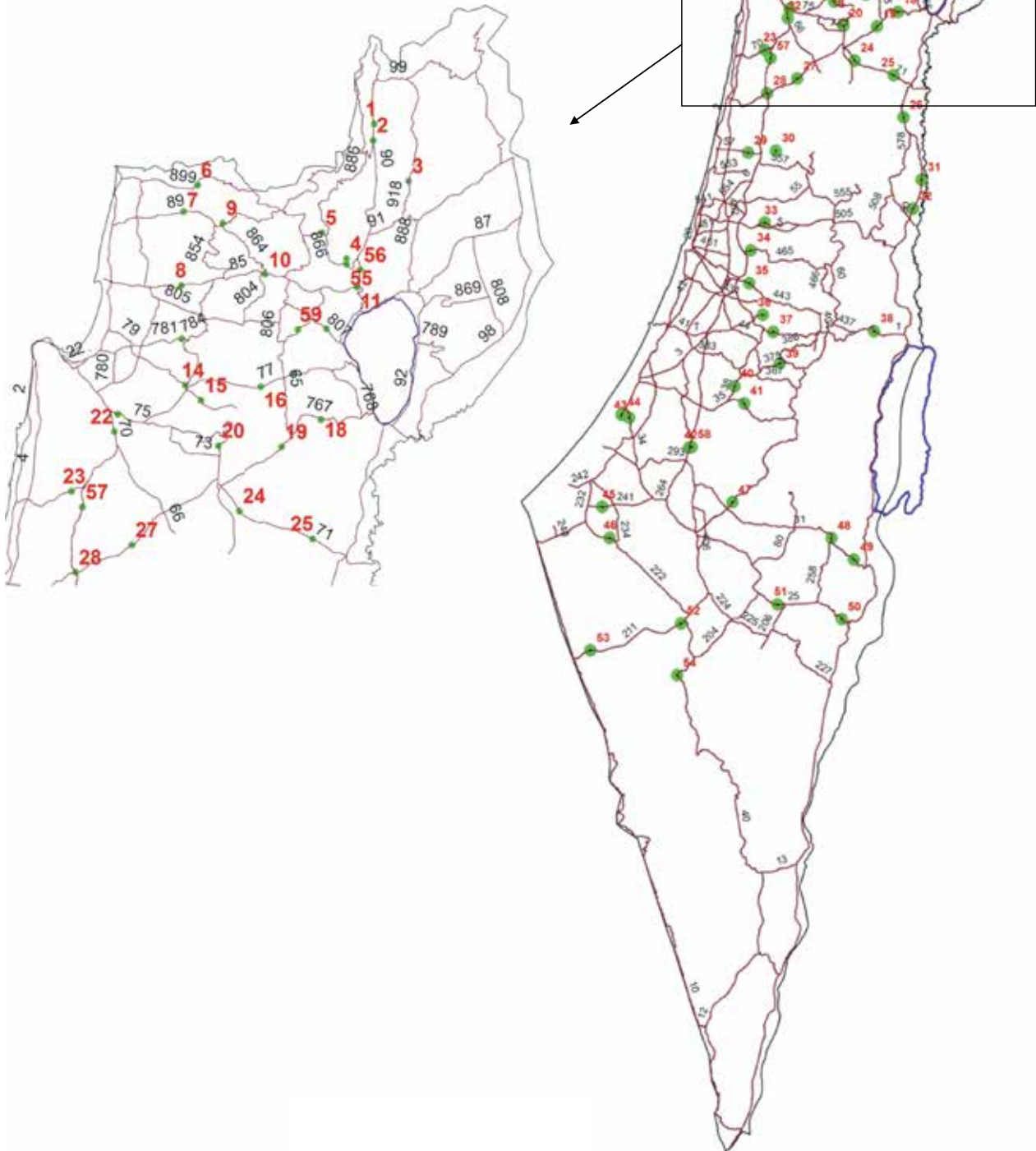
איור 12. שילוב שלוש המפות מאיור 11 והוספת מכשול קו התפר כרכיב מקטע מרכזי בלב ישראל יוצר את מפת המסדרונות האקולוגיים המומלצת של רשות הטבע והגנים.

- שטחים טבעיים ומקווי מים במסדרונות אקולוגיים ■
- שמורות טבע וגנים לאומיים ■
- יערות תמ"א 22 ותכניות מפורטות ■
- מסדרונות אקולוגיים ■
- מרחב התפר ■



איור 13. שטחים טבעיים ומקווי מים במערך המסדרונות האקולוגיים הארצי. מומלץ לבחון את קידומם של השטחים הטבעיים ולהגדירם שטחים שמורים מבחינה סטטוטורית כדי לעגן את רצף השטח הפתוח לאורכה ולרוחבה של מדינת ישראל.

2 — כביש ומספר הכביש
! מעבר הכרחי - "צוואר בקבוק"



איור 14: איתור "צווארי בקבוק" במסדרונות אקולוגיים בתשתיות כבישים ראשיים בישראל. כל נקודה במפה היא מיקוד לאזור שבו יש למצוא פתרון למעבר הכרחי של הכביש ולשמירה על רצף קרקעי טבעי בין שני עבריו. הקישור יכול להיעשות במעבר עילי או בגשר ארוך המותיר מדרונות טבעיים. המספרים באדום תואמים למס"ד בטבלה מס' 1.

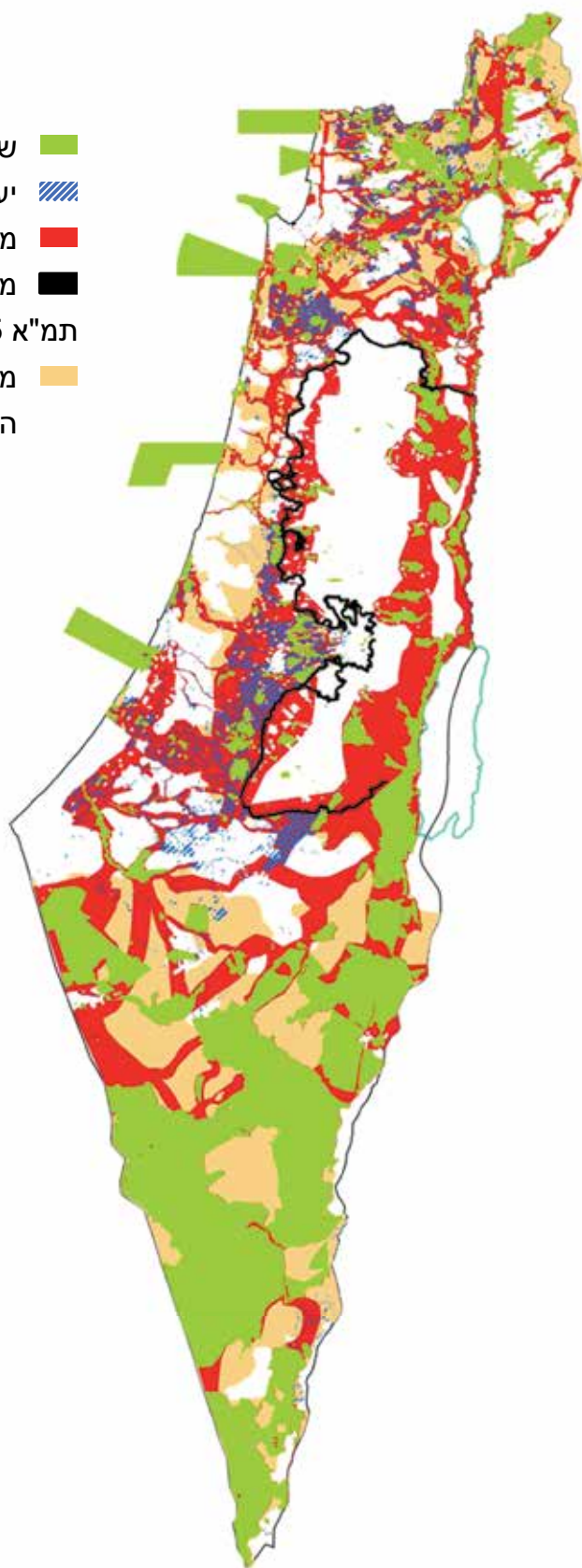
טבלה 1. פירוט המעברים ההכרחיים הנדרשים ומצבם התכנוני

מס"ד	מספר כביש	מיקום כללי	סטטוס
1	90	צומת כוח-צומת הגומא	קיים מתחת לכביש
2	90	מול שמורת החולה וממערב לה	נדרש
3	918	מול שמורת החולה וממזרחה	נדרש
4	0	כביש צפת-ראש פינה	נדרש
5	89	אזור עין זיתים	נדרש
6	899	ממזרח לקיבוץ אילון	נדרש
7	89	בין מעלות לכברי	נדרש
8	85	נחל חילזון	נדרש
9	89	צומת אלקוש	נדרש
10	85	אזור צומת חנניה	קיים ממערב לצומת עמיעד
11	85	נחל עמוד	קיים (נבנה גשר במקום סוללה)
12	807	מול הר רביד	נדרש
13	781	ליד צומת מורשת	נדרש
14	79	צומת יפתחאל שפרעם	נדרש
15	79	מול יער הסוללים	נדרש
16	77	צומת גולני-צומת בית רימון	נדרש
17	77	צומת גולני-לביא	נדרש
18	767	בקעת יבניאל	נדרש
19	65	בקעת כסולות	נדרש
20	60	ליד צומת נצרת דרום	נדרש
21	75	מזלג שער העמקים צפון	נדרש
22	70	מזלג שער העמקים דרום	נדרש
23	70	נחל דליה	קיים
24	71	מול קיבוץ יזרעאל	נדרש
25	71	נחל נחום	בתכנית להרחבת הכביש
26	90	נחל בזק	נדרש
27	65	צומת מי עמי	בתכנית להרחבת הכביש
28	65	צומת משמר הגבול	בתכנית להרחבת הכביש
29	57	נחל אלכסנדר	נדרש
30	57	מזרחית לטול כרם	נדרש
31	90	מול שמורת אום זוקא	נדרש
32	90	דרומית למושב ארגמן	נדרש
33	5	ליד אורנית	נדרש
34	465	ליד צומת רנטיס	נדרש
35	433	יער בן שמן	נדרש
36	3	ליד מבוא חורון	נדרש
37	1	בין צומת שורש לשער הגיא	בביצוע
38	1	דרומית מזרחית לנחל פרת	נדרש
39	375	בין מטע לצור הדסה מול שמורת סנסן	נדרש

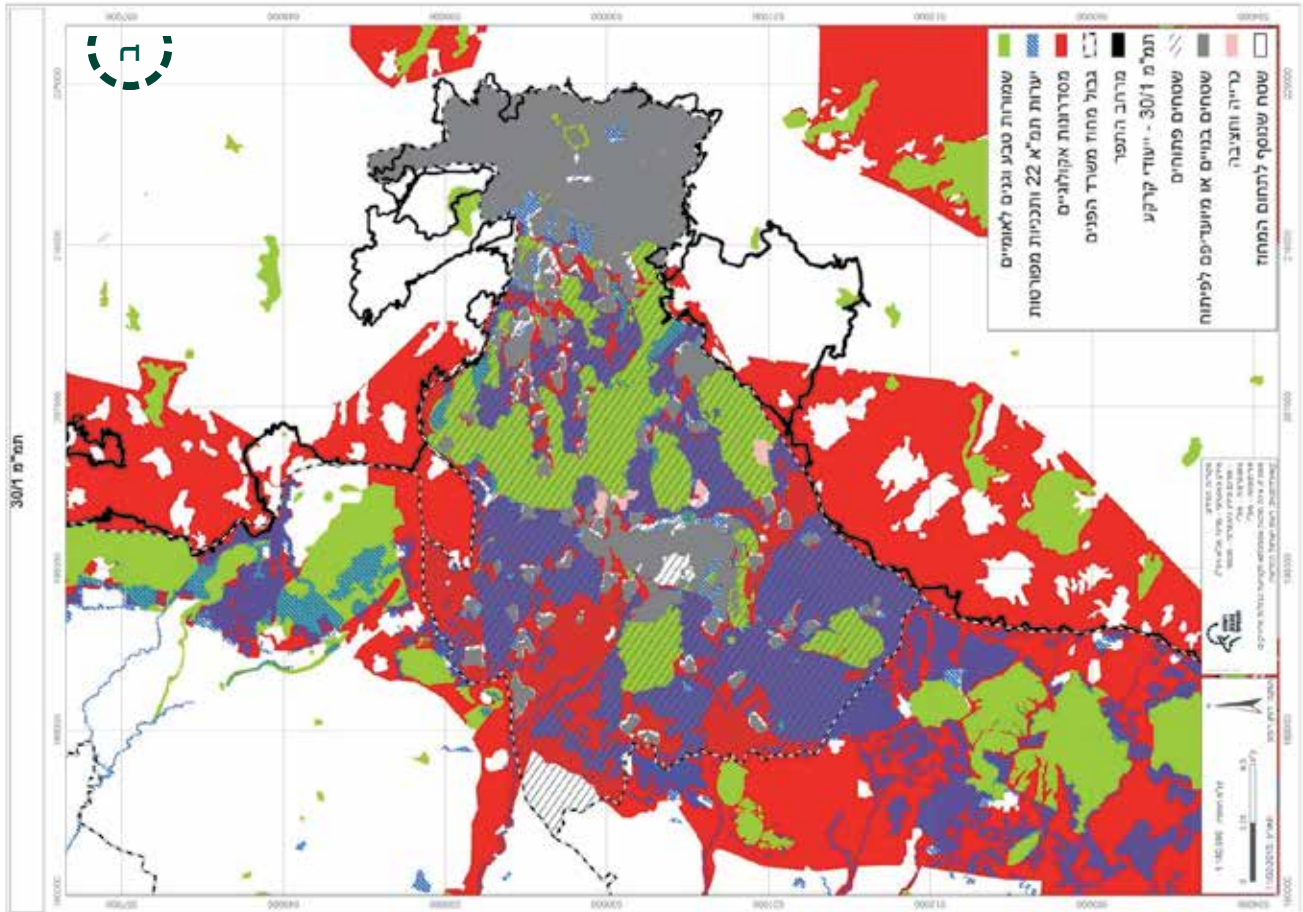
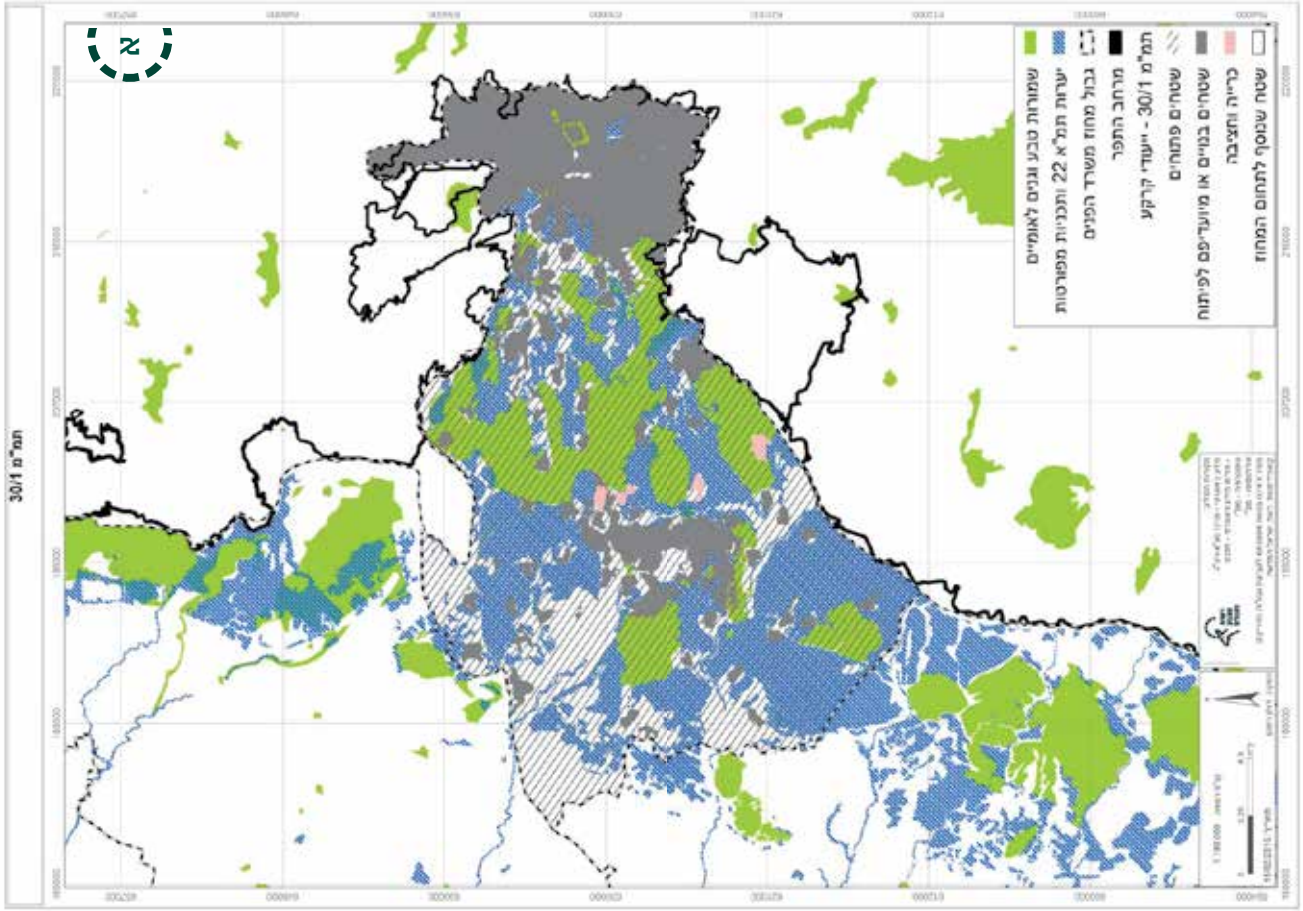
טבלה 1 - המשך

מס"ד	מספר כביש	מיקום כללי	סטטוס
40	38	צומת נחושה-שמורת חורש עדולם	נדרש
41	35	ליד צומת נחושה	נדרש
42	40	נחל שקמה	נדרש
43	34	ליד אור הנר	נדרש
44	4	צומת יד מרדכי	נדרש
45	241	נחל הבשור	נדרש
46	222	נחל הבשור	נדרש
47	60	ליד מיתר	נדרש
48	31	ליד צומת חתרורים	נדרש
49	31	מערבית לצומת זהר	נדרש
50	25	ליד מצד תמר	נדרש
51	25	נחל דימונה	נדרש
52	211	נחל הבשור	נדרש
53	211	נחל רות	נדרש
54	40	צומת ציפורים	נדרש
55	0	כביש עוקף צפת	נדרש
56	90	מצפון לעמיעד כביש 90	נדרש
57	6	נחל דליה	קיים
58	6	נחל שקמה	נדרש
59	65	רכס ממלח	נדרש

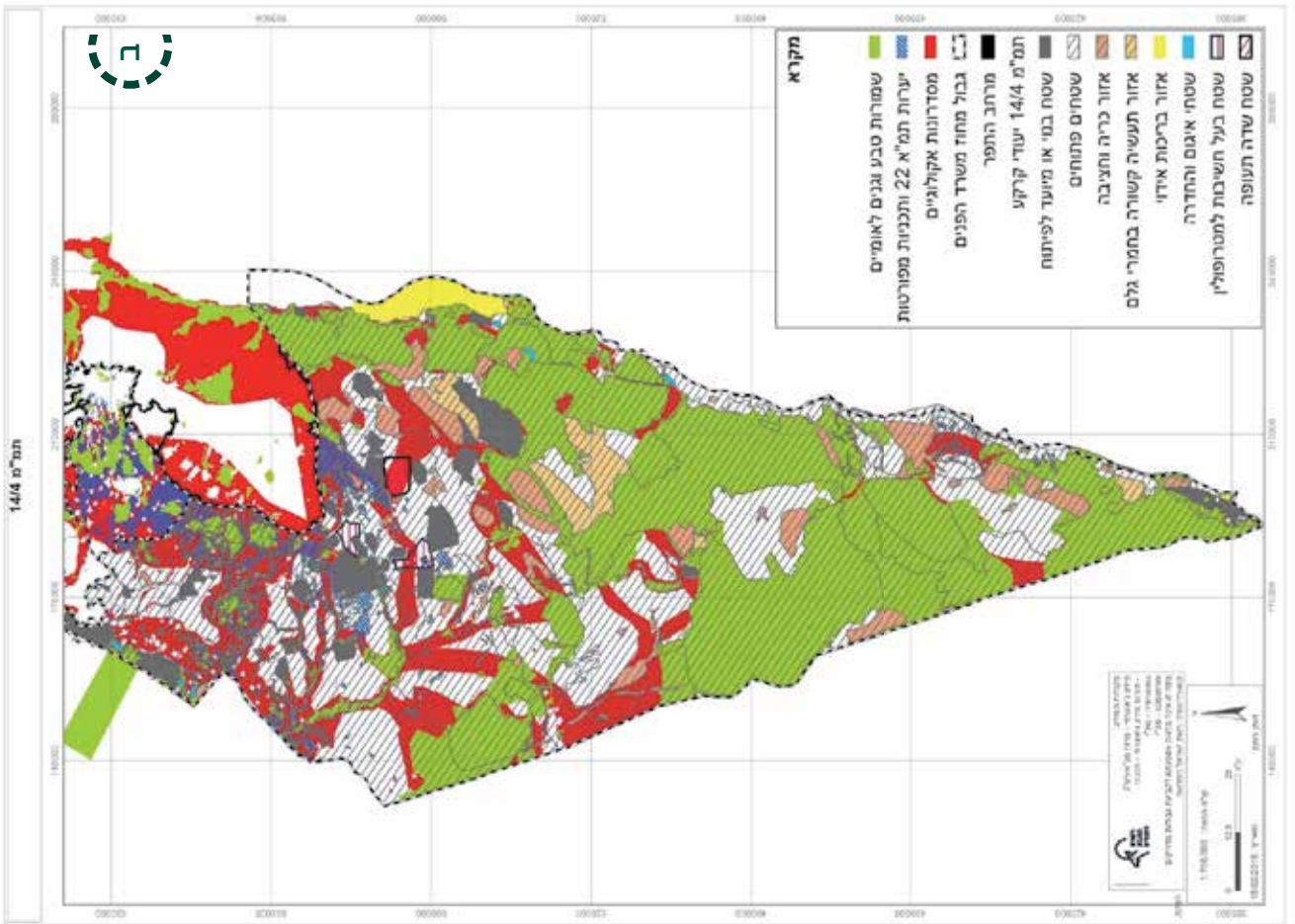
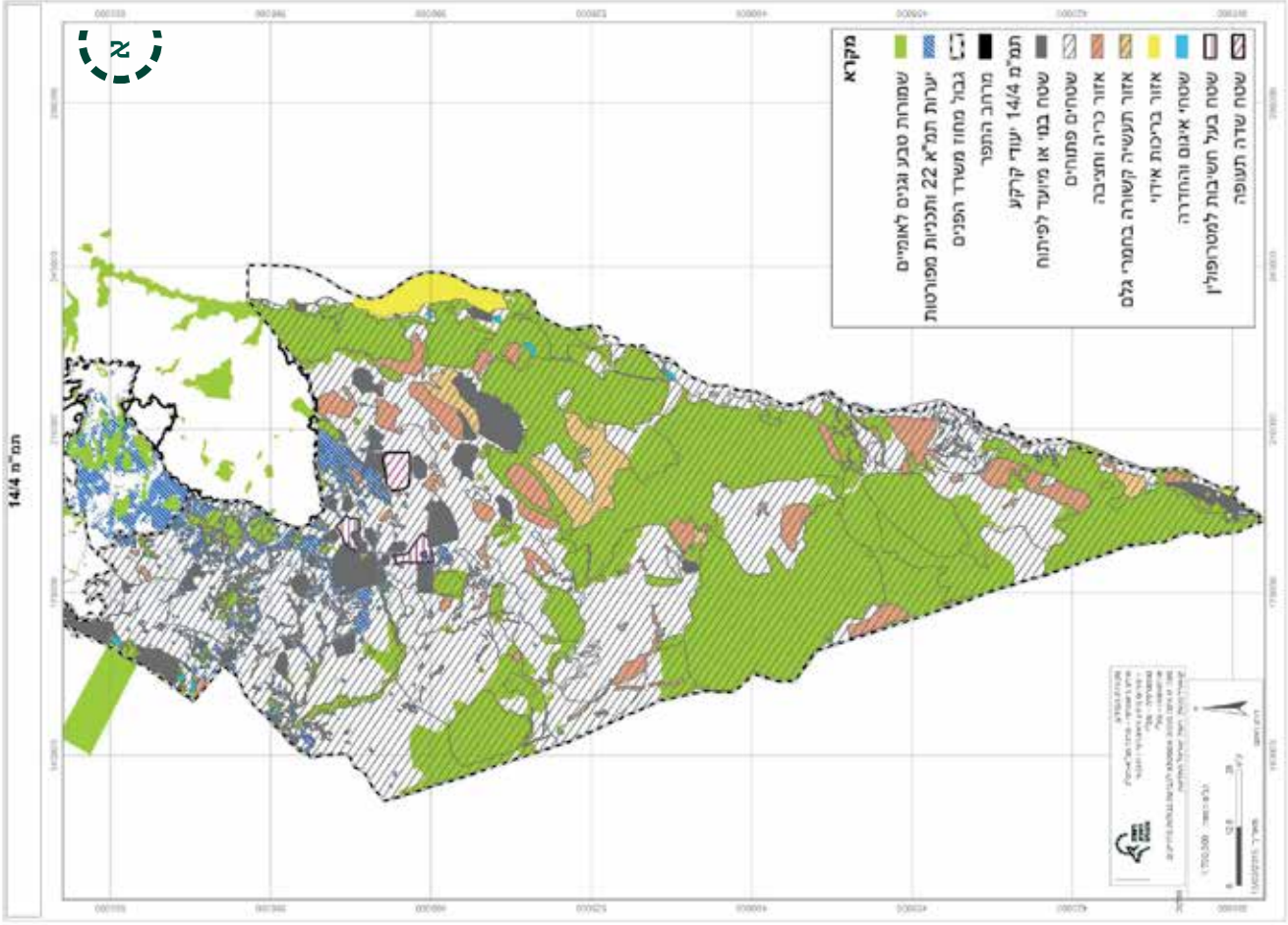
- שמורות טבע וגנים לאומיים
- יערות תמ"א 22 ותכניות מפורטות
- מסדרונות אקולוגיים
- מרחב התפר
- תמ"א 35-מרקמים
- מרקמים שמור ארצי, שמור משולב וחופי המגדירים "רצף שטחים פתוחים"



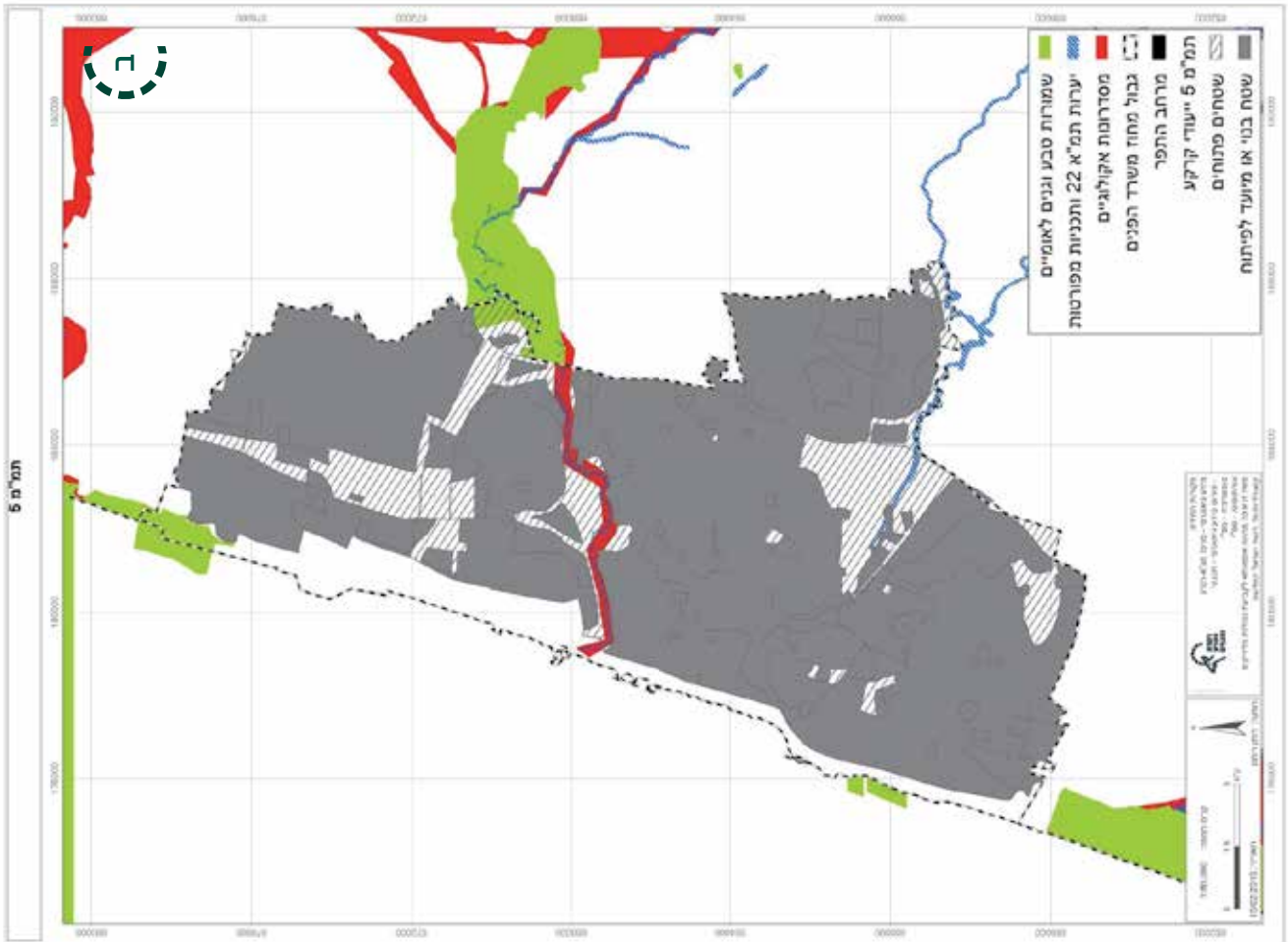
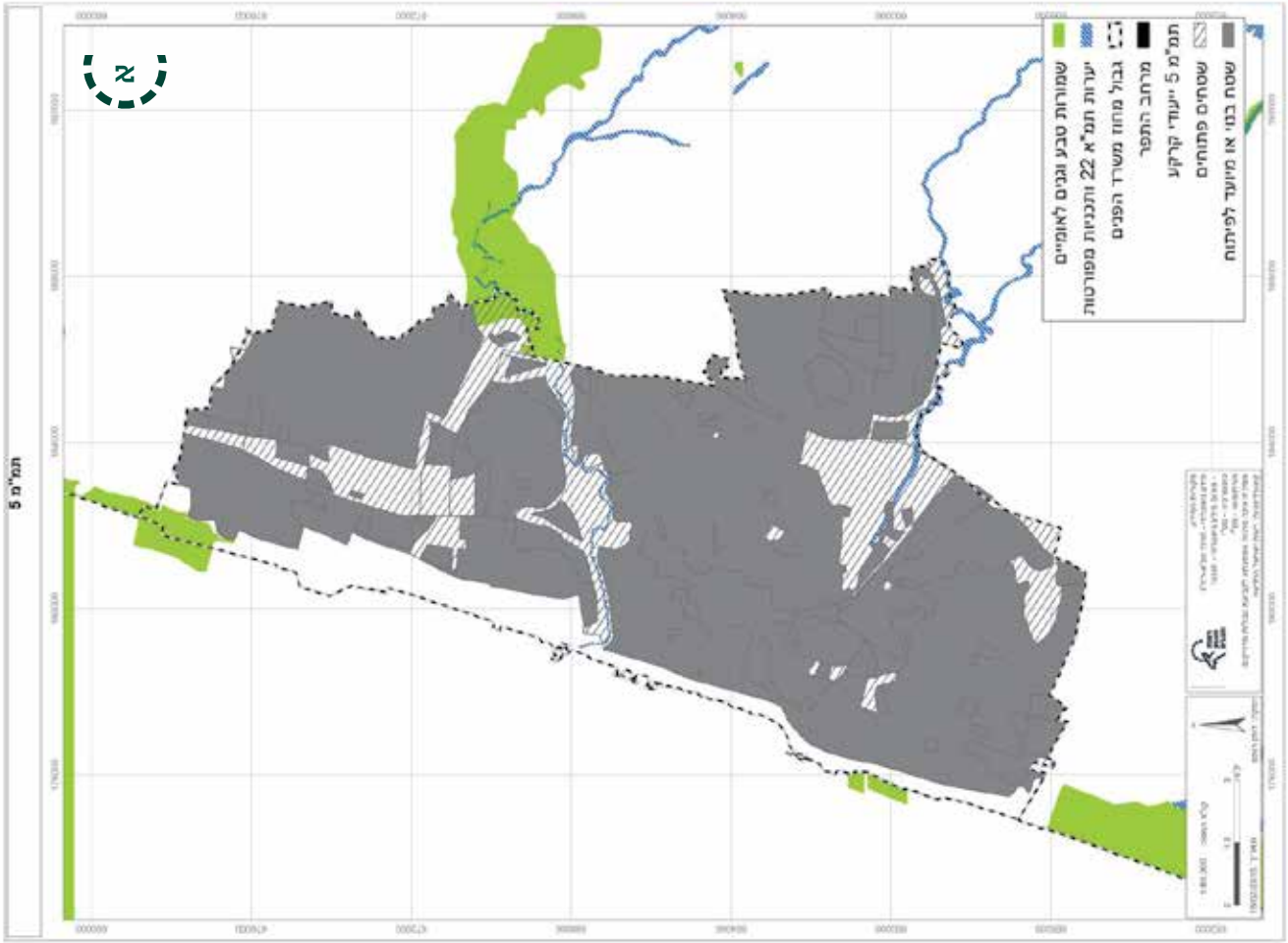
איור 15. מפת המסדרונות האקולוגיים על רקע מרקם שמור ארצי ומרקם שמור משולב בתמ"א 35. מרקמים אלו מגדירים בהוראות התכנית שמירה על רצף שטחים פתוחים. ניתן לראות שהמרחב הדרוש לשם שמירה על מסדרונות אקולוגיים מתפקדים מצומצם משטח המרקמים האלה. אנו מעריכים שמבחינה אקולוגית הקישוריות הקרקעית המוצגת כמסדרונות אקולוגיים מספיקה בהיבטים אקולוגיים, דמוגרפיים ואבולוציוניים, אך לרצף השטחים הפתוחים יש גם היבטים של נוף ומורשת המושתתים גם הם על השטח הפתוח.



אור 18. מסדרונות אקולוגיים על רקע תמ"מ 30/1. (א) ייעודי קרקע דומים ואחדו נוצבעו בצבע אחד כדי לפשט את המפה. (ב) תוספת המסדרונות האקולוגיים ברקע התמ"מ. למשמעויות הנגזרות מכך ראו בטקסט.

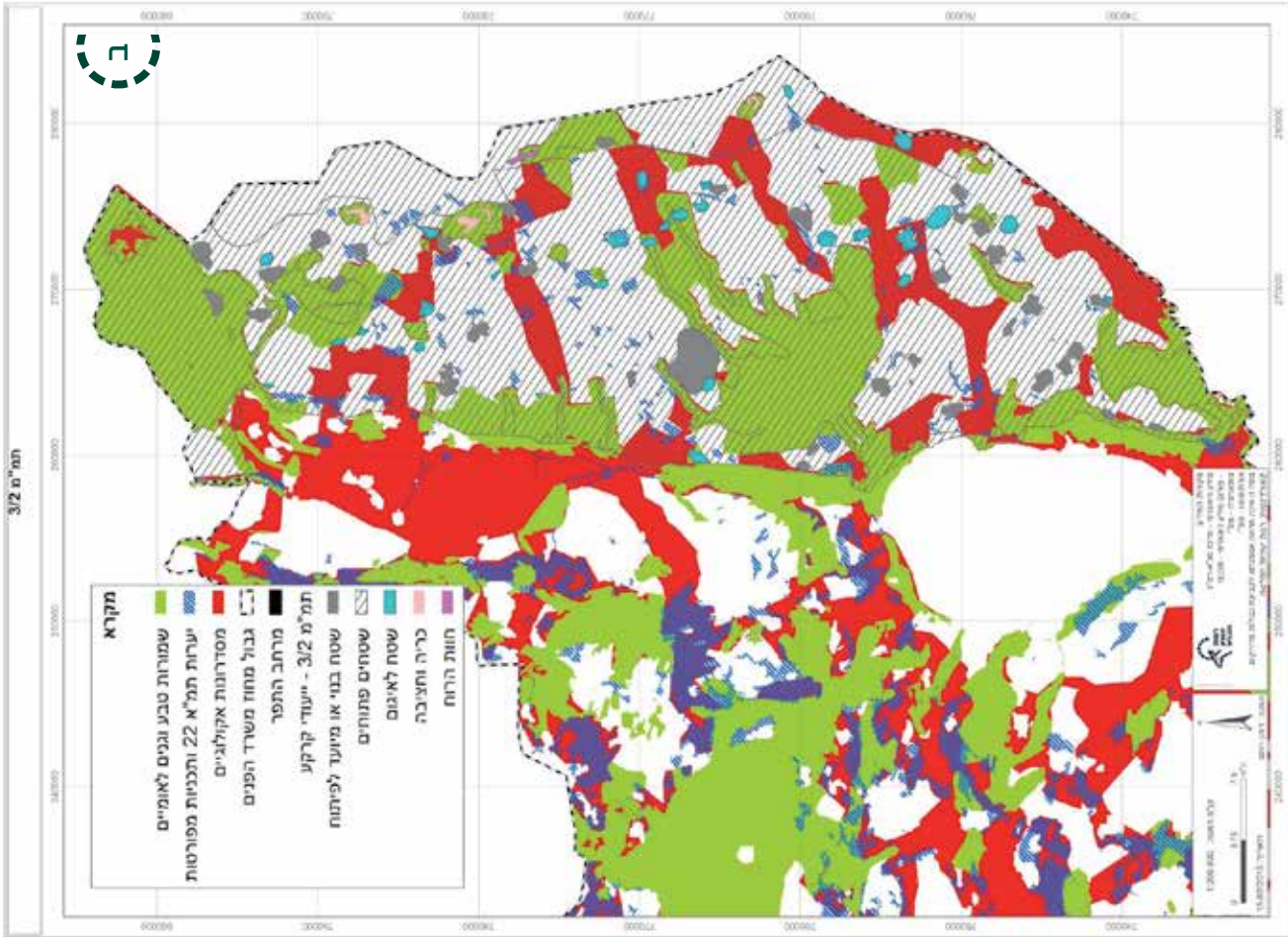
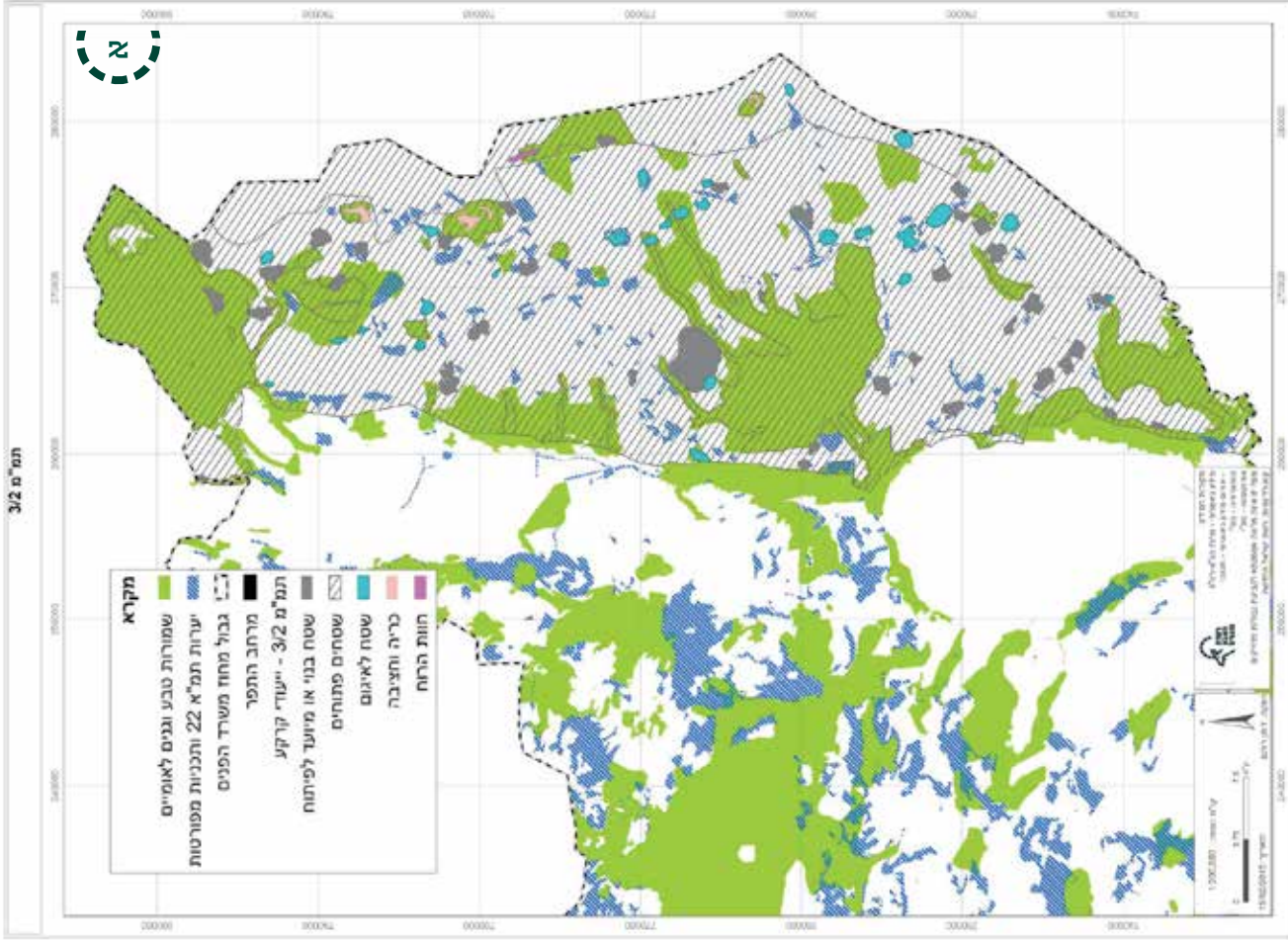


איור 19. מסדרונות אקולוגיים על רקע תמ"א 14/4 (א) ייעודי קרקע דומים ואחדו ונצבעו בצבע אחד כדי לפשט את המפה. (ב) תוספת המסדרונות האקולוגיים ברקע התמ"א. הנגזרות מכך ראו בטקסט.



אזור 20. מסדרונות אקולוגיים על רקע תמ"מ 5. (א) ייעודי קרקע דומים ואחדו ונצבעו בצבע אחד כדי לפשט את המפה. (ב) תוספת המסדרונות האקולוגיים ברקע התמ"מ. למשמעויות הנגזרות מכך ראו בטקסט. המסדרון המרכזי החוצה את התמ"מ הוא נחל הירקון.


התחלת תוכנית המסדרונות האקולוגיים ברקע התמ"מ.



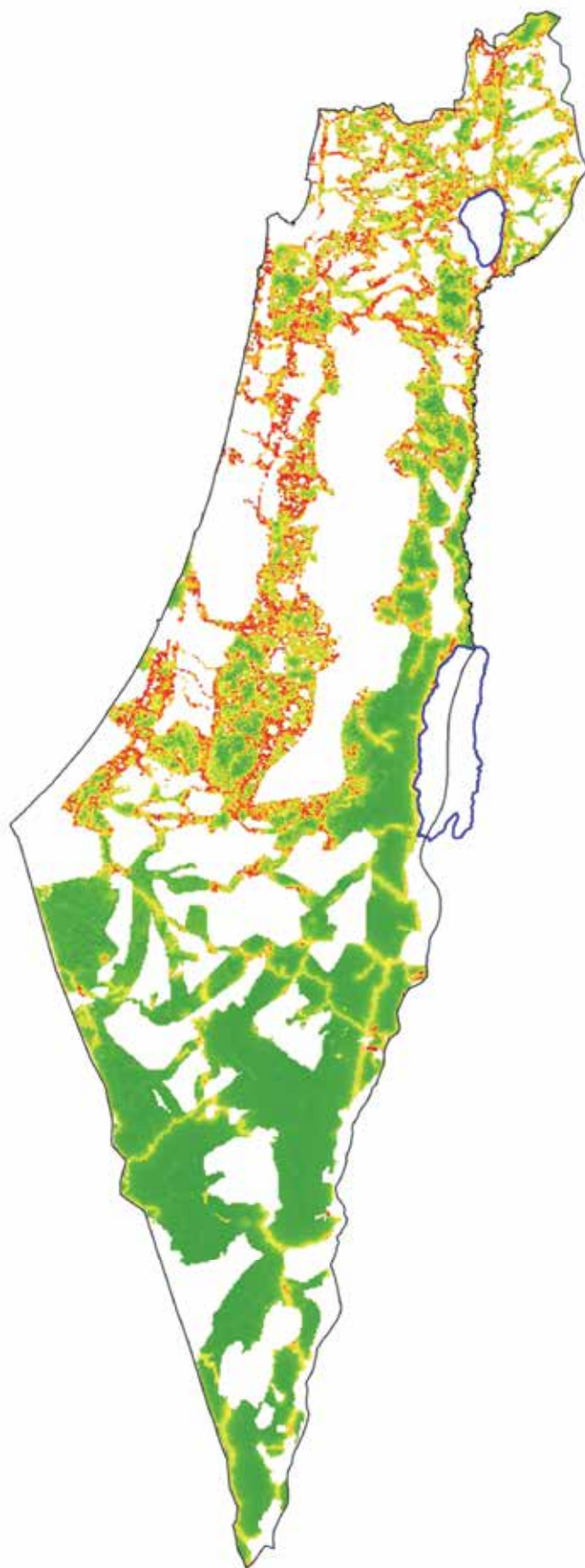
אזור 21. מסדרונות אקולוגיים על רקע תמ"מ 3/2. א) ייעודי קרקע דומים ואחדו ונצבעו בצבע אחד כדי לפשט את המפה. ב) תוספת המסדרונות האקולוגיים ברקע התמ"מ. למשמעויות הנגזרות מכך ראו בטקסט.

השפעת אדם על מסדרונות אקולוגיים

מידת הפרעה
מידת הפרעה גבוהה



מידת הפרעה נמוכה



איור 23. חיתוך בין שכבת המסדרונות האקולוגיים הארצית לבין שכבת ההשפעה האנתרופוגנית (WEIL & LEVIN, 2015). שכבת ההשפעה האנתרופוגנית מורכבת מתשתיות, תאורה, חקלאות ונושאים נוספים המשפיעים על שטחים פתוחים טבעיים. מהאיור ניכר ששטחי מסדרונות רבים, בעיקר במרכז הארץ ובצפונה, נתונים להשפעת אדם ניכרת (צבע אדום). בעת תכנון שטחים פתוחים באזורים אלו חשוב להטמיע הנחיות לשמירה על השטחים הפתוחים ולצמצם את השפעת האדם בהם.

רשימת ספרות

- אוזן, א., 2010, שיקום ושימור הנחלים ובתי הגידול הלחים בישראל: מדיניות רשות הטבע והגנים, ירושלים.
- איזן א.ג., 2012, פארק השקמה - תכנית מתאר מחוזית חלקית תמ"מ 43/14/4.
- איזן א.ג., אמדור ל. ושר שלום א., 2014, תכנית אב לשטחים פתוחים בגולן.
- אחירון-פרומקין ת., (עורכת), 2012, קיטוע בתי גידול על ידי תשתיות תחבורה מדריך לאיתור קונפליקטים ולתכנון פתרונות. החברה הלאומית לדרכים.
- אחירון-פרומקין ת., 2014, ניטור לבדיקת התפקוד והיעילות של מעברים לבעלי חיים בחלקו הצפוני של קטע 85 בכביש 6 דוח מסכם – שלב ב' מוגש לחברת כביש חוצה ישראל בע"מ.
- אלון ע. (עורך), 1984, האנציקלופדיה של החי והצומח של ארץ-ישראל כרך 10.
- בן-ישראל א., רמון א. ורותם ד. 2012, התפשטות החקלאות בחולות הנגב המערבי והשלכותיה האקולוגיות אקולוגיה וסביבה 3 (1).
- הצופה א. ומרוז א., 2004, אוכלוסיית החובארה בנגב- תפוצת קינון ודגם ניצול השטח, סיכום תוצאות מחקר שבוצע בשנים 2001-2003 והמלצות לממשק. רשות טבע והגנים והחברה להגנת הטבע.
- הצופה א. ואלון ד., 2014, התנגשות עופות עם קווי מתח וקוו מתח עליון kv160 חוצה עמק החולה - חוות דעת, רשות הטבע והגנים, ירושלים ומרכז הצפרות החברה להגנת הטבע.
- הרן ר., 2015, שמורת עינות גבתון ניטור צפורי סבך, דיווח לרשות הטבע והגנים.
- זלוצקי מ. (2007) תממ/1/30 - מעברים אקולוגיים בתחום תוכנית המתאר המחוזית למחוז ירושלים. המשרד להג"ס, ירושלים.
- לידר נ., 2008 א', השלכות אקולוגיות של תאורת כבישים והצעות לפתרון. פרסומי חטיבת מדע, רשות הטבע והגנים, ירושלים.
- לידר נ., 2008 ב', סיכום דיון בנושא מסדרון אקולוגי מודיעין. מסמך פנימי רשות הטבע והגנים, ירושלים.
- לרמן ג., 2009, מדיניות שטחים פתוחים במועצה אזורית בני שמעון, לרמן אדריכלים ומתכנני ערים בע"מ.
- מנהל התכנון במשרד הפנים, 2014, החלטות המועצה הארצית לתכנון ולבניה ישיבה 574, ירושלים.
- מליחי י. ושדות א., 2010, דו"ח ניטור מעברים וגידור בכביש 6, מצגת רשות הטבע והגנים ירושלים.
- משרד הפנים, 2006, תת"ל 6,2/13 רכבת העמק מסילת ברזל מחיפה עד בית שאן, הועדה הארצית לתכנון ולבניה של תשתיות לאומיות.
- משרד הפנים, 2011, תת"ל 30 - כביש 65/85 בתוואי עפולה עמיעד הוראות התכנית תכנית לתשתית לאומית מספר 30 הועדה הארצית לתכנון ובניה של תשתיות לאומיות.
- סיני י., ארבל א., שקדי י., וולאצ'ק מ. ומולכו ר., 2004, מחקר תחזוקת נחלים, נחל ברקן, רשות הטבע והגנים והתחנה לחקר הסחף.
- סיני י., ארבל א., שקדי י., וולאצ'ק מ. ופרלברג א., 2011, (טיוטא) מחקר תחזוקת נחלים נחל נעמן ונחל עוז, רשות הטבע והגנים ו והתחנה לחקר הסחף.

- סקוטלסקי א., 2009, מסדרונות אקולוגיים באזורים חקלאיים, עקרונות לתכנון ולמשק חקלאי, קרן נקודת חן.
- פדרמן ר., 2014, תשתיות קווי מתח ותחמ"ש של חח"י - שיפור הממשק עם המגוון הביולוגי והטמעתו בתהליכי החברה.
- פורת י., 2011, מגוון מיני הזוחלים והדו-חיים במערכת חקלאית- אקולוגית ברמת יששכר: כלי להערכת ערכיות אקולוגית של שימושי קרקע חקלאיים. עבודת מוסמך, הפקולטה למדעי החיים על-שם ג'ורג' ס, וייז, המדרשה לתארים מתקדמים, אוניברסיטת ת"א.
- שקדי, י. ושדות, א. (2000), מסדרונות אקולוגיים בשטחים פתוחים: כלי לשמירת טבע. פרסומי חטיבת המדע, רשות הטבע והגנים, ירושלים.
- שקדי י., שדות א. (2004), מעבר בעלי חיים בכבישים מדיניות והמלצות לפעולה. פרסומי חטיבת מדע, רשות הטבע והגנים, ירושלים.
- קפלן מ., (2004), תכנית אב, תכנית מתאר מחוזית חלקית, סובב בקעת הנדיב, משרד הפנים מנהל התכנון.
- קפלן מ. נירית ויטמן., (2011), מסדרון אקולוגי רמת צבאים גלבע חרוד. רשות הטבע והגנים, ירושלים.
- רודד ל, (עורכת), 2012, תת"ל 313כביש 2 מקטע אור עקיבא- זכרון יעקב תסקיר השפעה על הסביבה פרקים א' ב' אביב ניהול הנדסה ומערכות מידע בע"מ.
- רוזנברג ב., 2014, סיכום ניטור מעבר עילי לבעלי חיים מעל לכביש 70, 2011-2014. רשות הטבע והגנים מרב כרמל, מחוז הצפון.
- רותם ד. ופורת י., 2011, השפעת ממשק שימור קרקע על מגוון מיני הזוחלים והדו-חיים במטעי שקדים ברמת יבניאל, קרן נקודת חן.
- רותם ד., 2011, השפעות אקולוגיות אפשריות למיקום תחנות סולאריות, הקמתן ותפעולן. מסמך מדיניות רשות הטבע והגנים חטיבת המדע ירושלים.
- רותם ד., 2012, מעברים עיליים לבעלי חיים בישראל, רשות הטבע והגנים, ירושלים.
- רותם ד. 2014 השפעת גידור על שטחים פתוחים והמלצות לפעולה פרסומי חטיבת מדע, רשות הטבע והגנים, ירושלים.
- רותם ד. והצופה א., 2013, מדיניות רשות הטבע והגנים לנושא הקמת טורבינות רוח בישראל כולל נספח: דוגמא להנחיות לתסקיר ההשפעה בעלי כנף בחוות הטורבינות.
- ריטוב ע. ורותם ד., 2011, חקלאות ושמירה על המגוון הביולוגי במועצה האזורית לב השרון, מצגת לכנס ירושלים של החברה להגנת הטבע.

- Andrews A. (1990), Fragmentation of habitat by roads and utility corridors: a review. *Australian Zoologist*, 26(3), 130-141.
- Asakawa I. C., & Dakshini K. M. M, (1999), Allelopathic potential of *Verbesina encelioides* root leachate. *soil Can. J. Bot.* 77(10), 1419-1424.
- Avian Power Line Interaction Committee – APLIC (2006), Suggested practices for raptor protection on power lines: the state of the art in 2006, Edison Electric Institute and the California Energy Commission.
- Avian Power Line Interaction Committee – APLIC (2012), Reducing Avian Collisions with Power Lines: The State of the Art in 2012. Edison Electric Institute and APLIC, Washington, D.C.
- Avian Power Line Interaction Committee – APLIC (2014), Developing Power Pole Modification Agreements for Compensatory Eagle Mitigation for Wind Energy Projects: Considerations and Resources for Wind Energy Operators, Electric Utilities, and Agencies when Developing Agreements for Power Pole Modifications as Mitigation for Eagle Take, Washington, D.C.
- Bentrup G. (2008), Conservation buffers: design guidelines for buffers, corridors, and greenways. Gen. Tech. Rep. SRS-109, Asheville, NC: Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station.
- Banerjee' O., Macpherson A. J. & Alavalapati J. (2009), Toward a Policy of Sustainable Forest Management in Brazil: A Historical Analysis, *The Journal of Environment & Development*, 18(2), 130-153.
- Biaggini M., Dapporto L., Paggetti E. & Corti C. (2006), Distribution of lacertid lizards in a Tuscan agro ecosystem (central Italy), *Mainland and insular lacertid lizards: a Mediterranean perspective*, Corti C., Lo Cascio P. & Biaggini M. (eds), Firenze University Press, Florence, 13-21.
- Biaggini M., Berti R. & Corti C. (2009), Different habitats, different pressures? Analysis of escape behaviour and ectoparasite load in *Podarcis sicula* (Lacertidae) populations in different agricultural habitats, *Amphibia-Reptilia*, 30(4), 453-461(9).
- Booth C. (2006), Barbed Wire Action Plan Queensland conservation.
- Burbrink F.T., Phillips C. A. & Heske E. J. (1998), A riparian zone in southern Illinois as a potential dispersal corridor for reptiles and amphibians, *Biological Conservation*, 86(2), 107-115.
- Christie M. R. & Knowles L. L. (2015), Habitat corridors facilitate genetic resilience irrespective of species dispersal abilities or population sizes. *Evolutionary Applications*
- CMS Res.10.11 Power Lines and Migratory Birds(2012) <http://www.cms.int/en/document/cms-res1011-power-lines-and-migratory-birds> UNEP & CMS.
- EirGrid (2012), Ecology Guidelines for Electricity Transmission Projects. A Standard Approach to Ecological Impact Assessment of High Voltage Transmission Projects.
- Flesch, A. D., Epps, C. W., Cain, J. W., Clarck, M., Krasman, P. R. & Morgant, J. R. (2010), Potential Effects of the United States-Mexico Border Fence on Wildlife. *Conservation Biology*, 24, 171-181.
- Forman R. T. T., Sperling D., Bissonette J. A., Clevenger A. P., Cutshall C. D., Dale V. H., Fahrig L., France R., Goldman C. R., Heanue K., Jones J. A., Swanson F. J., Turrentine T. and Winter T.C. (2002), *Road Ecology. Science and Solutions*, Island Press, Washington.
- Geisser H. & Reyer H. U. (2004), Efficacy of Hunting, Feeding, and Fencing to Reduce Crop Damage by Wild Boars, *Journal of Wildlife Management*, 68(4), 939-946.
- Gehring J., Kerlinger P., Manville A. M. (2009), Communication towers, lights, and birds: successful methods

of reducing the frequency of avian collisions. *Ecol Appl.* 19(2), 505-514.

- Graziani F., Berti R., Dapporto L. & Corti C. (2006), Podarcis lizards in an agro-environment in Tuscany (Central Italy): preliminary data on the role of olive tree plantations. *Mainland and Insular Lacertid Lizards: A Mediterranean Perspective*, Corti C., Lo Cascio P. & Biaggini M. (eds), 65-72. , Firenze, Firenze University Press.
- Haas C. A. (1995), Dispersal and use of corridors by birds in wooded patches on an agricultural landscape. *Conservation biology*, 845-854.
- Haas, D., Nipkow, M., Fiedler, G., Schneider, R., Haas, W., & Schürenberg, B. (2005). Protecting birds from powerlines.
- Haddad N. M., Brudvig L. A., Clobert J., Davies K. F., Gonzalez A., Holt R. D., ... & Townshend J. R. (2015), Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances*, 1(2).
- Hawlena D., Saltz D., Abramsky Z., Bouskila A. (2010), Ecological trap for desert lizards caused by anthropogenic changes in habitat structure that favor predator activity. *Conservation Biology*, 24 (3), 803-809.
- Hellmund P.C. & Smith D.S. (2006), *Designing Greenways – sustainable landscape for nature and people*, Islandpress Washington Covelo London.
- Herrmann J. D., Opatovsky I., Lubin Y., Entling M. H., Pluess T. & Gavish-Regev E. (2015), Effects of non-native Eucalyptus plantations on epigeal spider communities in the northern Negev desert, Israel. *J. of Arachnol.*
- Hilty J. A., Lidicker Jr, W. Z. & Merenlender A. (2012), *Corridor ecology: the science and practice of linking landscapes for biodiversity conservation*, Island Press.
- Hunting, K. (2002). A roadmap for PIER research on avian collisions with power lines in California. Sacramento, CA: Prepared for the California Energy Commission. Public Interest Energy Research Program. Report, (P500-02).
- Ingham E. R. (1985), Review of the effects of 12 selected biocides on target and non-target soil organisms. *Crop Protection* 4(1), 3-32.
- Jenkins A. R., Smallie J. J., & Diamond M. (2010), Avian collisions with power lines: a global review of causes and mitigation with a South African perspective. *Bird Conservation International*, 20(03), 263-278.
- Lee P., Smyth C. & Boutin S. (2004), Quantitative review of riparian buffer width guidelines from Canada and the United States. *Journal of Environmental Management*, 70 ,165-180.
- Lees A. C. & Peres C. A. (2008), Conservation Value of Remnant Riparian Forest Corridors of Varying Quality for Amazonian Birds and Mammals. *Conservation Biology*, 22(2), 439-449.
- Levins R. (1969), Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control. *Bulletin of the Entomological Society of America*, 15, 237-240.
- Lindenmayer, D. B., & Nix, H. A. (1993). Ecological principles for the design of wildlife corridors. *Conservation Biology*, 627-630.
- Linehan J., Grossa M. & Finn J. (1995), Greenway planning: developing a landscape ecological network approach, *Landscape and Urban Planning*, 33, 179-193.
- McKinsey J. A. (2007), Regulating avian impacts under the Migratory Bird Treaty Act and other laws: the wind industry collides with one of its own. *the environmental protection movement. Energy LJ*, 28, 71.

- Michael D. R., Cunningham, R. B. & Lindenmayer, D. B. (2008), A forgotten habitat? Granite inselbergs conserve reptile diversity in fragmented agricultural landscapes. *Journal of Applied Ecology*, 45, 1742-1752.
- Mineau P., Fletcher M. R., Glaser L. C., Thomas N. J., Brassard C., Wilson L. K., Elliott J. E., Lyon L., Henny C. J., Bollinger T. & Porter S. L. (1999), Poisoning of raptors with organophosphorus and carbamate pesticides with emphasis on Canada, U.S., and U.K. *J Raptor Res*, 33, 1-37.
- Mineau P., Baril A., Collins B.T., Duffe J., Joerman G. & Luttik R. (2001), Pesticide Acute Toxicity Reference Values for Birds. *Rev Environ Contam Toxicol*, 170, 13-74.
- Olson K. A., Mueller T., Leimgruber P., Nicolson C. R., Fuller T. K., Bolortsetseg S., Fine A., Lhagvasuren B. & Fagan W. F. (2009), Fences impede long-distance Mongolian gazelle movements in drought-stricken landscapes. *Mongolian Journal of Biological Science*, 7, 45.
- Opdam, P., Foppen, R. & Vos, C. (2001), Bridging the gap between ecology and spatial planning in landscape ecology. *Landscape ecology*, 16(8), 767-779.
- Paige C. (2012), *A Landowner's Guide to Fences and Wildlife Practical Tips to Make Your Fences Wildlife Friendly*, Wyoming Land Trust, Pinedale, WY.
- Pearson S. F. & Manuwal D. A. (2001), Breeding Bird Response to Riparian Buffer Width in Managed Pacific Northwest Douglas-Fir Forests. *Ecological Applications*, 11(3), 840-853.
- Pell, S., & Jones, D. (2015), Are wildlife overpasses of conservation value for birds? A study in Australian sub-tropical forest, with wider implications. *Biological Conservation*, 184, 300-309.
- Rioux S., Savard J. P. L. & Gerick A. A. (2013), Avian mortalities due to transmission line collisions: a review of current estimates and field methods with an emphasis on applications to the Canadian electric network. *Avian Conservation and Ecology*, 8(2), 7.
- Spackman S. C. & Hughes J. W. (1995), Assessment of minimum stream corridor width for biological conservation: Species richness and distribution along mid-order streams in Vermont, USA *Biological Conservation*, 71(3), 325-332.
- Tomlin C. D. S. (2009), *The pesticide Manual*, Fifth Ed. BCPC.
- Trocmé M. et al. (Eds.) (2002), COST 341 -Habitat Fragmentation due to transport infrastructure. *The European Review*. 251pp, Office for official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Turner M. G. (2001), *Landscape ecology in theory and practice: pattern and process*. Springer.
- Vos C. C., Baveco H. & Grasof-Bokdan C. J. (2002), Corridors and Species Dispersal., in Gutzwiller K. J., *Applying Landscape Ecology in Biological Conservation*, Chap 6, pp: 84-103, Springer.
- Weil, G., & Levin, N. (2015), Can siting algorithms assist in prioritizing for conservation in a densely populated and land use allocated country?—Israel as a case study. *Israel Journal of Ecology & Evolution*, (ahead-of-print), 1-12.

בן אדם למקום

www.parks.org.il | *3639 | 

