



חברה הלאומית לדרךים



קייטוע בתכי גידול על ידי תשתיות תחבורה

מדרך לאיתור קונפליקטים ולתכנון פתרונות

קיטוע בתיב גידול על ידי תשתיות תחבורה

מדריך לאיתור קונפליקטים ולתכנון פתרונות

אוגוסט 2012
החברה הלאומית לדרכים



עריכה, כתיבה ותרגום | ד"ר תמר אHIRON- פרומקין
ליויו הפרויקט מטעם החברה הלאומית לדרcis | אינג' לדמיר טיטוב, אינג' אדריאן קוטרוש, אד' אביגעם אבןון

עריכת לשון | גל קוסטורייצה
עיצוב גרפי והבאה לדפים | שרון אסיס
איורים | איורים ותמונה הלקוחים מתוך המדריך הכלל-אירופי מסומנים באותיות EU (איורים: Wendy von Gijssel, אלה מתוך המדריך הספרדי - SP (איורים: Pep Gaspar), אלה מתוך המדריך הצפון-אמריקני - US ואלה מהמדריך ההולנדי - NL (איורים: Wilfried Jansen / J.G. Oord)
צילום השער | דורון ניסים, רון פרומקין, דותן רותם, תמר אHIRON- פרומקין
צילום מומלץ: אHIRON- פרומקין, ת. (ערכות). 2012. קיטוע בתים גידול על ידי תשתיות תחבורה: מדריך לאיתור קונפליקטים ולתכנון פתרונות. החברה הלאומית לדרcis.
גרסה אלקטרוני של המדריך נמצאת באתר האינטרנט של החברה הלאומית לדרcis: www.iroads.co.il

לבניות תשתיות תחבורה ולשימוש בהן יש השפעות מגוונות על השטחים הפתוחים ועל הממערכות האקולוגיות השוכנות בהם; חלק מההשפעות גורמות לפגעה ניכרת במערכות אקולוגיות ולהפרעה בתפקודן. משאים טבעיים אלה הם חלק מהמורשת הטבעית והתרבותית בישראל ולשمرة עליהם יש חשיבות והשפעה גם על שירותים חינוניים שהם מספקים להוויחת האדם. על ההשפעות שליליות נמנים אבדן של בית גידול וקיוטום, שהם בין האイוכים העיקריים על הטבע בעולם ובישראל. אחד מהאתגרים המשותפים לאקוולוגים, למתכני תשתיות, לאדריכלים ולמהנדסים הוא לפתח כלים מספקים להערכתה, למניעה, לצמצום ולמיון של נזקי ההשפעות הללו.

בעשור האחרון עלה מואוד המודעות בעולם לצורך ביצוע כמצום הקונפליקט בין פיתוח תשתיות תחבורה בכלל, ובבישום בפרט, לבין הצורך לשמור על המערות האקולוגיות, וההמודדות עם הנושא באהו לידי ביתוי באופנים אחדים. בדומה למצב במדינות רבות בעולם, התיחסות להשפעת כבישים על מערכות אקולוגיות בישראל הייתה במשך שנים רבות מוגבלת למדי, ובאה לידי ביתוי חלקי ביותר בתסקרי השפעה על הסביבה. מאז סוף המאה העשרים עלתה גם בישראל המודעות לנושא והתבטאה בתכנון פיזי משופר מבחינת השפעותיו האקולוגיות. בשל קצב הפיתוח הגובר במדינת ישראל הגורם לכרטיסים מואץ בשטחים הפתוחים, לKITUM ופגעה במערכות האקולוגיות יש חשיבות רבה לקידום תפיסה תכנונית וכלית שיכולים לסייע בהגנה עליהם. גישה זו באהו לידי ביתוי גם במדינות מושאלת ישראל באמצעות משרד התחבורה, שלאחרונה, במסגרת מדיניות המתבססת על עקרונות של פיתוח בר-קיימא, ומשלבת שיקולים של שמירה על הסביבה וחיסכון בקרקע עם שיקולי תכנון תחבורה, פרנסם עבדה על "תבחן תכן למזעור הפגיעה בקרקע ובבסיסה בדרכים בין-עירוניות".

מדיניות החברה הלאומית לדריכים בנושא פיתוח בר-קיימא שואפת לקדם פיתוח המציג את הפגיעה במושבי הטבע וב��הפקודם כדי שגם הדורות הבאים יוכלו להננו מהם. לפי מדיניות זו, שיקולי סביבה מוצאים ביתוי לאורך כל חיiproject החל משלב התכנון הראשוני ועד לניהולו לאחר הסלילה, בהתאם לעקרונות הסביבתיים שלאורם פועלת החברה. עקרונות אלה כוללים הפחתה משמעותית של נזקים אקוולוגיים והשפעות שליליות של הדרך על הסביבה הטבעית והבנייה באמצעות תכנון נופי, שימוש ושיקום הקימם, מניעה של מפגעים סביבתיים וצמצוםם.

המדריך שלפניכם עוסק בקייטוע בתיב גידול עלי ידי תשתיות תחבורה, והוא מיועד לספק למתקנים ולכל יתר העוסקים בתחום נקודת מוצא מושתפת וכליים מגוונים כדי לטפל באחת הסוגיות הסביבתיות הסובכות בישראל. המדריך נכתב לקהל יעד מגוון של אנשי מקצוע ובעלי עניין בגישה הפענה למציאות פתרונות, בהסתמך על הידע ועל הניסיון שהצטברו בקרב מומחים רבים ממדינות שונות. החברה הלאומית לדריכים ראתה צורך במדריך זהה והובילה מהלך להכנתו בישראל. הוצאתו לאור היא אכן דרך חשובה כיוון שגם הפעם הראשונה שמדריך זהה נעשה בתיאום מלא עם הגישה העדכנית והסטנדרטים הנהוגים בעולם בתחום זה.

אנו מוקיימים שמדריך זה יביא להגברת המודעות לנושא בקרב העוסקים בתחום ויסיע בידם לשפר את מצב הסביבה.

בברכה,
אנגל' אדריאן קוטרוש
מנהל אגף מו"פ וסטנדרטיזציה
החברה הלאומית לדריכים

להוצאה של המדריך שלפניכם תרמו אנשים רבים.

ברצוני להודות ל-Hans Bekker ממשרד התחבורה ההולנדי ול-Alex Levy מחברת Arcadis בארצות הברית על העידוד והסיווע להתחלה הפרויקט ובשלבי השונים. תודות לאנשי החברה הלאומית לדרכים – לאבינועם אבןון על החזון, הליווי והסיווע בהתאם למציאות הישראלית, ולולדימיר טיטוב ואדריאן קוטרוש על הליווי הסבלני.

תודות לעמיתיים בהולנד, בספרד, בארצות הברית ובקנדה על העצה והסיווע, המידע והתרומות (ראו פירוט באנגלית למקרה). תודה לאנשי IENE ולמשרד להגנת הסביבה הספרדי על האישור להשתמש באירועים ובתרומות מתוך המדריכים שפרסמו. תודות לatoi רוזנטל על הסיווע בתרגום מהולנדית ולמרק סרביה על הסיווע בתרגום מסרבית. תודות לرون פרומקין על הסיווע, הייעוץ והתרומות הרבות שתרם. תודות לדותן רותם ואנשי רט"ג – על המידע, התרומות, ההעורת והסיווע.

Many thanks to all our colleagues that supported and helped with advice, information, and permission to use sketches and photographs.

Thanks to Hans Bekker and IENE secretariat for the permission to use images from the European handbook (marked in this handbook as EU) and from the Dutch handbook (marked as NL).

Thanks to Carme Rossell and Ferran Navàs from MINUARTIA for their help. Images from the book: Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales / Technical prescriptions for the design of wildlife passages and fences, edited by the Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino / Ministry of the Environment and Rural and Marine Affairs, are reproduced with the permission of this ministry (marked as SP).

Thanks to Tony Clevenger for help, advise and permission to use photographs from the North-American handbook (marked as US).

Special thanks to Alex Levy and Anna-Martina Kruidering for their help and support.

תוכן העניינים

11	1. מבוא
17	2. אופן השימוש במדריין
21	3. הצגת הבעה: השפעת תשתיות תחבורה על מערכות אקולוגיות
23	3.1. קישוריות וקייטוע
24	3.2. ההשפעות האקולוגיות של תשתיות תחבורה
24	3.3. השפעות אקולוגיות ראשיות ושירות
24	3.3.1. אבדן בתים גדולים
25	3.3.2. אפקט חץ
29	3.3.3. פגעה פיזית ושורה בבני חיות
31	3.3.4. הפרעות וזיהום
32	3.3.5. תפקודים אקולוגיים של שלבי כבישים
35	3.4. השפעות אקולוגיות עקיפות
36	3.5. אקולוגיה של הנוף
37	4. הגישה: פתרונות מושולבים
39	4.1. הגישה להתמודדות עם איום הקיטוע
40	4.1.1. שלב התכנון המוקדם: תהליך ליזהו אזורי רגינשים לקיטוע
41	4.1.2. הימנעות מקייטוע
42	4.1.3. מיתון ההשפעות השליליות
42	4.1.4. פיצוי אקולוגי
43	4.1.5. ניטור
43	4.2. החשיבות בראייה תכנונית מוקדמת למניעת הקיטוע של בתים גדולים
43	4.3. פתרונות מושולבים
44	4.4. החשיבות בראייה תכנונית מערכית
44	4.4.1. רמת הפרויקט
45	4.4.2. הרמה המערכתית או הנופית
46	4.5. החשיבות בראייה תכנונית לטוח אරוך
49	5. מבעה לפתרון: כלי תכנון
51	5.1. תכנון למניעת קיטוע ולצמצומו
52	5.2. ההליך התסקרי ככלי תכנון
52	5.2.1. שלביות ההליך התסקרי
53	5.2.2. ההנחיות למסקורי ההשפעה על הסביבה
53	5.2.3. בחינת חלופות
55	5.2.4. הליק מסקורי לאורך כל חי הפרויקט
55	5.2.5. שיתוף הציבור וشكיפות

56	פרמטרים הנבחנים בתסקיר ההשפעה על הסביבה	.5.2.6
56	הערכתה של השפעת הקיטוע הנגרם מתשתיית תחבורה חדשה	.5.3
57	הגדרת מරחב הבדיקה	.5.3.1
57	סקירת הממצאי	.5.3.2
59	תהליכי הערכה האקולוגית	.5.3.3
60	שיקולים בבחינת החלופות	.5.3.4
61	תכנון לשלב הביצוע ולשלב הפעלה	.5.3.5
61	קיוטע על ידי תשתיות תחבורה קיימות	.5.4
61	המטרה: מיפוי החץ לצורכי שיפור הביצועים האקולוגיים ופתרון קונפליקטים	.5.4.1
62	זהוי של נקודות קונפליקט ומיפוי	.5.4.2
62	סקר של נקודות הקונפליקט ותיאורן	.5.4.3
63	אמצעים מומלצים וסדרי עדיפות	.5.4.4
64	השקטת התנועה (traffic calming)	.5.4.5
64	פירוק תשתיות	.5.4.6
64	שדרוג תשתיות תחבורה	.5.5
65	עלות ותועלת	.5.6
65	תיאור העליות	.5.6.1
65	תיאור התועלת	.5.6.2
66	הSKUות קטנות בתשתיות קיימות	.5.6.3
66	אורוך החיים של הפתרונות	.5.6.4
66	5.7. פיזי אקולוגי	.5.7
66	התפיסה של פיזי אקולוגי	.5.7.1
66	פיזי אקולוגי כחלק מהתפיסה של שמירות הטבע	.5.7.2
69	6. כלים נוספים לתוכנן ולהערכת אקולוגיה	.6
71	שילוב של תשתיות תחבורה בנוף	.6.1
71	השפעה הפוטנציאלית של פיתוח תשתיות על תצורות הנוף	.6.1.1
71	הגישה הרוב-תחומיות	.6.1.2
71	עקרונות למיתון ההשפעות השליליות	.6.1.3
72	גיבוש התוואי	.6.1.4
76	עבודות עפר	.6.1.5
78	מנזרות	.6.1.6
79	השימוש בצומח	.6.1.7
81	פתרונותות תוכנן נוספים	.6.1.8
82	משאבים וכליים זמינים להערכת אקולוגיה בשלבי התכנון	.6.2
82	מיפוי ומידע	.6.2.1
84	שכבות ממ"ג	.6.2.2
85	נתוני סקרים ומחקרים בשטח	.6.2.3
86	בהתאם נתונים	.6.2.4

89	7. מעברים לבעלי חיים ופתרונות טכניים אחרים	
91	7.1. הגישה הכללית	
91	7.1.1. איר להשתמש בפרק זה	
91	7.1.2. טיפוסי אמצעים ותפקידם העיקרי	
93	7.1.3. מעברים לבעלי חיים כחלק מהתפיסה כללית של חידרות הנוף	
94	7.1.4. בחירת האמצעי המותאם	
101	7.1.5. ציפויות המעברים לבעלי חיים ומיקומם	
103	7.1.6. התאמה של מבנים הנדסיים לשימוש על ידי בעלי חיים	
104	7.1.7. פתרון בעיות בתשתיות קיימות	
104	7.1.8. תחזקה וניתור של אמצעי המיתון	
105	7.2. צמצום אפקט החיצ'ן: מעברים עליים	
106	7.2.1. מעבר רצף	
120	7.2.2. מעבר עילי לבעלי חיים	
130	7.2.3. מעבר עלי רבי-שימושי	
136	7.2.4. מעבר בין צמורות	
139	7.3. צמצום אפקט החיצ'ן: מעברים תחתיים	
140	7.3.1. גשר (ויאדוקט)	
148	7.3.2. מעבר תחתלי לינוקים גדולים	
156	7.3.3. מעבר תחתרי רב-שימושי	
164	7.3.4. מעבר תחתרי עם זרימת מים	
170	7.3.5. מעבר תחתרי לחוליותניםBINONIM וקטנים	
176	7.3.6. מעבורי מים מותאמים למעבר בעלי חיים	
186	7.3.7. מנחרות לדוחים ולזוחלים	
195	7.4. מנעה וצמצום של תמותה בעלי חיים ושל אפקט החיצ'ן	
195	7.4.1. גידור	
202	7.4.2. אמצעי הרתעה ואזהרה	
203	7.4.3. התאמת בית הגידול לצדי הדרך והכניסות למעברים	
205	7.4.4. התאמת התשתיות	
209	7.5. צמצום אפקט החיצ'ן ותמותה בעלי חיים: פתרונות נוספים	
209	7.5.1. אמצעים לשיכוך תנובה	
210	7.5.2. פירוק תשויות תחבורה	
210	7.5.3. תשומת לב נפרדת	
213	8. דגשים בביצוע, בניהול ובתחזוקה	
215	8.1. שלב הביצוע	
216	8.1.1. עיתוי העבודות	
216	8.1.2. צמצום מידת ההפרעה הכרוכה בעבודות	
217	8.2. ניהול ותחזוקה	

221	9. ניטור והערכתה
223	9.1. עקרונות כלליים של ניטור
223	9.1.1. הוצרך בניטור ומטרותיו
224	9.1.2. הגדרת טיפוסי הניטור
225	9.1.3. שיקולים מעשיים
227	9.2. תכנון של מערכת ניטור
227	9.2.1. מערכת הניטור – מתכנון לישום
228	9.2.2. שלבים בגיבוש מערכת הניטור
229	9.3. בקרה אינטואטיבית במהלך הבדיקה
229	9.4. שיטות לניטור פגימות של בעלי חיים והשימוש במערכות לבני חיות
230	9.4.1. טיפול בעלי חיים שנפגעו
230	9.4.2. טיפול השיעור של בעלי חיים שהצליחו לחצות את קו התשתיות
231	9.4.3. ניטור השימוש במערכות לבני חיים באמצעות תיעוד עקבות – 1
233	9.4.4. ניטור השימוש במערכות לבני חיים באמצעות תיעוד עקבות – 2
234	9.4.5. ניטור השימוש במערכות לבני חיים באמצעות מצולמות
235	9.4.6. שיטות אחרות לניטור השימוש במערכות לבני חיים
237	10. נספחים
238	10.1. מילון מונחים
245	10.2. מידע – מדריכים
246	10.3. מקורות נוספים
255	10.4. פיזי אקולוגי
255	10.4.1. ההיקף של אמצעי הפיזי
255	10.4.2. מגבלות חוקיות
255	10.4.3. פיזי אקולוגי בפרויקטים של תשתיות
257	10.4.4. חשבונאות של מיתון ההשפעות
258	10.5. שמורות מדעיות של מיני חולייתנים יבשתיים

1. מבוא

1

לבניות תשתיות תחבורה ולשימוש בהן יש השפעות מגוונות על מערכות אקולוגיות; חלקן גורמות לפגיעה ניכרת במערכות אלה ולהפרעה בתפקודן. מלבד אבדן מיידי של שטחים בבתי גידול שונים בשל בניית התשתיות, השפעות אלה כוללות גם פגיעה ישירה במערכות האקולוגיות, במיוחד בתחום של בעלי החיים המהווים חלק מהמערכות הללו, וכן זיהום ושינויים במיקרו-אקלים ובתנאים הידרולוגיים. בנוסף, גדלים הסכימים להידרדרות נוספת במצבם של בתים הגידול שנוצרו, וכך תרומות גם פעילות אדם מוגברת בשטחים הפתוחים שתשתיות אלה חוותות אותן ואזוריים סמוכים להם.

אבדן בתים גידול וקייטועם הוא מונח המתאר הן את התמימות השטחים הפתוחים שביהם שכנים בתים הגידול והמערכות האקולוגיות והן את **פייצולם** לכתרמים קטנים יותר ומובדים זה מזה. אבדן של בתים גידול וקייטועם הם בין האיזומים העיקריים על המגון הביולוגי בעולם ובישראל, והם נובעים ברובם משינויים בשימושי הקרקע. לבנייתן של תשתיות תחבורה ולשימוש בהן יש חלק מרכזי בשינויים אלה בשימושי הקרקע. בנוסף לכך, כבישים ומסלולים ברזל מוחווים פיז' בין כתמי בית הגידול שנוצרו וממושל לתנועתם של בעלי חיים רבים: תשתיות אלה והפעלתן הן מחסומים שעולים לבודד אוכלוסיות אלה מלאה, להוביל עם הזמן להtamימות אוכלוסייה, לעיתים עד להכחדתה, ולפגוע במערכת האקולוגיה שהאוכלוסייה האמורה היא חלק ממנה.

עם השנים, ההתקפות של מערכות התחבורה והגידול בהיקפן הפכו את השפעתן על ממדיהם הקיטוע, על אוכלוסיות טבעיות ועל מערכות אקולוגיות לבעה ניכרת הוהלת וגוברת בעולם כולו. מחקרים רבים שנערכו מאז שנות ה-90 של המאה ה-20 ב"אקוולוגיה של כבישים" (road ecology) – תחום חדש יחסית המתפתח במהירות – עוסקו בהשפעות שיש לכבישים על מערכות אקולוגיות ועל אוכלוסיות בעלי החיים והצמחים שבנהן. הגידול המסתם בכמהות בעלי החיים הנפגעים בכבישים ובמסלולים רכابت מותועד היבט באירופה ובצפון אמריקה ובדרגת אף במקומות רבים בעולם, יכול להציביע על ממדיהם הבעה. אולם חשוב להבין כי לצד התיעוד של הנזקים היישרים שנובעים מדriseה, לפיז' היוצר קיטוע יש השפעות ארכוטות טוחן, שלא תמיד קל לעמוד על טיבן.

האופי הקומי של מערכות התחבורה ופריסתן המרחבית מעלים הן בפני העוסקים במנהל תחבורה והן בפני העוסקים בשימוש הטבע והמגון הביולוגי רצף של סוגיות לטיפול מסווג. כדי להשג תשתיות תחבורה בנות-קיימא מבחינה אקולוגית יש למצער ככל האפשר את השפעותיה של השיליות על הממערכות האקולוגיות, ובמיוחד על בעלי החיים שבנהן, באמצעות שימוש בגישה **קולקטיבית** (holistic) ומערכות שתחבר בין הגורמים האנושיים-חברתיים לבין הגורמים האקולוגיים הפעילים בנוף. לפיכך, אחד מהאתגרים המשותפים לאקוולוגים, למתכנני תשתיות, לאדריכלים ולמהנדסים הוא לפתח כלים מספקים להערכתה, למניעה, לצמצום ולמיון של זקי ההשפעות הללו.

הפרויקט האירופי COST 341 Action (ראו בסוגרת) התמקד בתחום הנוגע לקיטוע בתים גידול על ידי תשתיות תחבורה ובניסיון לצמצם את השפעות הקיטוע. אחד מותציוויה היה מדריך לאיורו קונפליקטים ולתוכנו פתרונות.

COST 341 Action

נציגים מכ-20 מדינות באירופה, החברים בארגון העוסק בתחבורה ובאקוולוגיה (IENE), Infra Eco Network Europe מצאו צורך בסוף שנות ה-90 של המאה ה-20 בשיתוף פעולה ברמה כלל-אירופית וبحילופי מידע בכל הקשור לKITOU בתים גידול על ידי תשתיות תחבורה. ארגון IENE פנה לתמיכה ברמה ממשלתית-אירופית במסגרת COST - European Co-operation in the Field of Scientific and Technical Research (COST 341 Action) והדבר הוביל לפרויקט COST 341 Action שהתנהל בשנים 1998-2003.

בפרויקט השתתפו 16 מדינות אירופיות ונציג של ארגון לא-מוסלתי אחד, והוא לו ארבעה תוכרים עיקריים, כולם נוגעים לקיטוע בתים גידול על ידי תשתיות תחבורה:

- דוחות לאומיים המבאים תומונות מצב עדכנית
- סקירה מסכם כלל-אירופית
- מאגר מידע הכלול בספרות ופתרונות ולונטיים
- מדריך לזרויו קונפליקטים ולתוכנו פתרונות

הסקירה הכלל-אירופית מציגה מידע על היקפה של בעיית הקיטוע של שטחים פתוחים ובתי גידול טבעיים על ידי כבישים, רכבות ותיכבי מים באירופה ועל משמעותה האקולוגית, והיא בוחנת את הפתרונות שישמו בפועל. הסקירה מבוססת על הדוחות הלאומיים מהמדינות המשתתפות.

מאניג המידע מציע מידע אינטראנטי על הניסיון האירופי, מידע על ספרות עדכנית, מידע על פרויקטים ועל תוכאותיהם, ומילון מונחים המשמש בתחום של תשתיות וKİTOU בתים גידול.

לארגון IENE יש אתר אינטרנט (www.iene.info/cost-341) שבו בכתובות (<http://www.iene.info/cost-341>) ניתן למצוא את הגדרה הדיגיטלית של כל התוכרים הללו וכן מידע נוסף, קישורים ופורומים לחברי.

בשנים האחרונות מעודד הארגון הכנה של מדריכים לאומיים שיתאים לבעה, לתנאים ולנהלים המיוחדים לכל מדינה ומדינה. רשימה של מקורות אלה תוכלו למצוא בנספח 10.2.

גרסה עברית של מדריך זה, מעודכנת ומותאמת למצב במדינת ישראל, מובאת בזאת לפניכם. יש לזכור שבשנים הבאות יתרחוב בסיס המידע המקומי שבירדינו כך שנוכל להשתמש בו כדי לעדכן את הגרסאות הבאות של המדריך ולשפרו.

חשיבותו של המדריך שלפניכם היא להציג סוגיה מורכבת זאת על היבטיה השונים, להთווות את העקרונות המומלצים להתקומות בהתאם אליהו, ולפרוש את מלאו הקווים המוחדים והמלצות שיכולים לשמש להתקומות. מדריך זה אינו מתייר להתווות הנחיות תכנון מדוקדקות, ولكن בשימוש בו יש להפעיל שיקול דעת ולבחן את יישומת המלצות ואת מידת התאמתן לכל פרויקט ופרויקט.

המדריך

הנושא שבו עוסקת המדריך שלפניכם הוא מזעור השפעות הקיטוע והחיז' האקולוגי הנגרמים על ידי תשויות תחבורה. המדריך נכתב **לקהל יעד** מגוון של **ארגוני מקצוע ובעלי עניין** – כל המעורבים בתכנון מתאריו ומפורט, בבניה ובהזקה של תשויות תחבורה (כבישים ומוסילות רכבת), העוסקים בשמרית הטבע, וכן מקבל החלטות ברמה הלאומית, האזורית והLocale – כיוון שסוגיית הקיטוע היא מורכבת ודורשת התייחסות מערכית ורב-תחומית.

המדריך נכתב בגישה הפונה **למציאות פתרונות** (*solution-based*), בהסתמך על הדעת ועל הניסיון שהצטברו בקרב מומחים רבים ממגוון שדות. בפרק המדריך מוצגים ל夸רים שלבים שונים בטיפול בתשתיות: החל בשלבים הראשונים של התכנון, בחינת החלופות, אינטגרציה של הכביש בנוף והשימוש באמצעותם כגון מעברים עליים ותחתיים למיתון ההשפעות השיליות של תשתיות תחבורה על המערכת האקולוגית שהיא חזקה, דרך טיפול בתחום פחות מוכר הנוגע לאמצעי פיצוי סביבתי, וכלה בשימוש בשיטות שונות לניטור ולהערכתן של הפתרונות שנבחרו ובטיפול בעניינים הנוגעים לתחזקה ולמשמעותם.

תיאור קצר של הנושאים המתואימים במדריך ושל אופן השימוש בו תוכלו למצוא בפרק 2 למדריך זה.

כבישים ומוסילות ברזל

הכתיבה במדריך זה נוגעת בעיקר לבנייה, אך הפתרונותים והמתחאים המתוארים בו מתאים גם למיתון השפעות הקיטוע של מוסילות ברזל. הדבר חשוב משום שלמוסילות ברזל יכולות להיות השפעות ניכרות על הטבע בשטחים פתוחים: הן עלולות ליצור חיז' וקיוטע אף אם רשות המוסילות מצומצמת בהיקפה מורתם הכבישים, ואף אם תדריות תנועת הרכבות פחותה מוגנתה כמעט כל הרכבת. כמו כן לנוכח המגמה הנוגה כיהם – לאחד ברמה מסוימת את תכנון תשויות תחבורה, חשוב שההסתכלות המרחבית ומהלכי התכנון והמשמעות יוכלו לכלול את המידע, את התובנות ואת השימוש באפשרויות למיתון ההשפעות הייחודיות והמצוירות גם יחד של כבישים ושל מוסילות ברזל. נציין כי באירופה יש מדיניות שקיים בהן גם נתבי מים, והנארם במדריך לגבי נתבי תחבורה קווים תקף גם לגבים.

האמצעים המתוארים במדריך

מצום ומיתון (*mitigation*) של קיטוע בגין גידול על ידי תשויות תחבורה הוא תחום ידע חדש יחסית, והוא משלב בין הנדסה לבין אקולוגיה. אמצעים שונים משמשים למצומים ולמיון הקיטוע והשפעותיו השליליות על המערכת האקולוגית. לשיפור הקרואות והבהירות, אמצעים אלה יוזכו במדריך בקצרה גם כ"אמצעים למיתון השפעות הקיטוע", "אמצעים למיתון השפעות" או "אמצעי מיתון" (*mitigation measures*). לאופן שבו תשויות תחבורה ממוקמות בנוף יכולה להיות השפעה גדולה על המערכות האקולוגיות, ובמיוחד על בעלי החיים שבנה. לפיקר חשוב לציין כי השימוש שייעשה מעתה ואילך במלילה "נון" לא יגע רק להיבט החזותי, אלא בעיקר ליחידה המרחבית-תפקודית מההו גם תחום מחקר באקולוגיה – "אקולוגיה של הנוף" (*Landscape ecology*).

המדריך נוקט גישה משולבת (rintegrטיבית). מתחאים בו גורמים שונים שיש להתחשב בהם בתכנון מסדרונות תנועה ובתכנון שילוב של תשויות תחבורה בנוף. תשומת לב מופנית לבנייה של מעברים היוקלים לשורת מינים שונים של בעלי חיים – מעברים עליים, מעברים תחתיים, מעברי מים מותאים, צינורות וגוררים.

הmethodולוגיה להערכת מידת היעילות של אמצעים למיתון הקיטוע נמצאת עדין בשלבי מחקר ופיתוח. אף על פי שנעשו הערכות שונות לגבי מידת יעלותם במצבים מסוימים, יש צורך במחקר נוספת, מוקומי, שיבחן את השפעות האמצעים למיתון הקיטוע ברמת האוכלוסייה של מינים ספציפיים של בעלי חיים, ובהקשר של התנאים והעקות הסביבתיות המסויימים שבהם נתונה האוכלוסייה הנבחנת.

התבססות על הניסיון הקיים ועל הערכה של חלופות מבניות שונות מאפשרת לכל מדינה ומדינה להמשיך לשפר את התכנון ולגבש סטנדרטים חדשים המותאמים לצורכי. חילופי מידע מותאמים החוניים לפיתוח סטנדרטים אלה – ולשכלולם מתנהלים כוים ברמה בין-לאומית, בעיקר בין העוסקים בתחום בשני מרכזים המקושרים ביניהם היטב – האירופי והצפון-אמריקני.



איור 1: דוגמה לאמצעים שאפשר להשתמש בהם למחזר ולמיון השפעות של הקיטוע על מערכות אקולוגיות: שילוב בין מנהרה העוברת בגבעת מצפה נפתח (במוכר הצמונה) לבין גשר (משמאל) מעלה נחל שורק בכביש 9 העובר בעמק הארזים למרגלות הכניסה לירושלים.

מדיניות משרד התחבורה בדבר מגמת פיתוח הכבישים בעתיד

על בסיס החלטות ויעד רוי משנת 1992, התקבלה במאי 2003 במשפטת יושרל החלטה מס' 246 שלפיה: "מדינת ישראל תקבע על עקרונות של התנהלות פיתוח בר-קיימא המשלבים: כלכלת דינומית, שימוש מושכל במושאבי טבע, הגנה על מערכות אקולוגיות ומטען הזדמנויות לכלול. בروح 'תכנית היישום' יכנן כל משרד ממשלתי אסטרטגיה לפיתוח בר-קיימא شامل, בין היתר, תוכנית פעולה משרדיות, דרכי יישום, מקורות מימון מתקציב המוסדים, יעדים בני-%;"> מדידה ותאריכי יעד להשגתם".

התפיסה העומדת בבסיס הנחיות אלה היא חלק מpitוח מדיניות משרד התחבורה לשונייה התכנון בר-קיימא. מלבד השמירה על הסביבה, מדיניות הנחיות אלה גם התייחסות לשמירה על משאב הקרקע, כפי שהיא מותבطة למשל גם בהנחיות העדכניות לתבחני פגיעה למחזר הפגעה בקרקע ובסביבה בתכנון דרכים בין-עירוניות.

(מתוך אתר האינטרנט של משרד התחבורה)

תשתיות קיימות וחדשנות

ישראל הולכת וגוברת כיום המודעות לקיטוע בגין גידול הנגרם מבנייה של תשתיות תחבורה חדשות, ונעשה ניסיון מסוים לצמצמו במהלך התכנון המתוואי. אולם חשוב לציין שעליינו ליישם אמצעים למינון השפעות הקיטוע הקיים גם בשל אלף קילומטרים של כבישים ומוסילות ובכבודו זה מכבר. מעבר לכך חשוב לציין עוד שהשפעות של תשתיות תחבורה קיימות יכולות להשנות עם שדרוגה של התשתית תחבורה חדשה ונוספת במרחב, ולהגבר את הצורך באמצעות מיתון כאלה.

לפיכך, בבואנו לתכנן אמצעים למינון השפעותיו של הקיטוע יש להתמקד בבחינת ההשפעות של רשת תשתיות התחבורה בכללותה, כולל, של כל הכבישים ומוסילות הרכבת במרחב האמור. מאחר שלען פי מדיניות משרד התחבורה מגמת פיתוח הכבישים בעtid תتمוך בשדרוג כבישים קיימים, בהפחתה בסלילת כבישים חדשים ובשאיפה לתכנון בר-קיימא (ראו מסגרת), הרי שהתייחסות לקיטוע בגין גידול ונקיות אמצעים למינונו במהלך התשתיות לרווונית מיוחד לעניינו.

הגישה בעולם

חשוב לציין כי ניכרים הבדלים בין מדינות שונות בהקשר התרבותי, הפוליטי והמדעי של פיתוח תשתיות תחבורה ברמה המקומית, האזורית והלאומית. גם התכנון המפורט של מעברים לבני חיים שונה בין מדינות, בחילוק בגל שוני במסורת או בהיסטוריה, ובחלוקת השוני בתנאים הפיזיים ובמצאי האקולוגיה. באירופה, למשל, קיימים כמו וכמה סטנדרטים פורמלילים לתכנון, לבנייה ולחיזקה של אמצעים למינון הקיטוע והשפעותיו של הקיטוע. בארצות הברית ובמדינות אחרות בעולם שאבו במידה רבה מהניסיון האירופי, ואף בין מדינות ניכרים לצד ההבדלים בתנאים הפיזיים

והאקלוגים גם הבדלים בגישות לתכנון, לממשק ולתחזקה, וב貌ו ההתנהלות הציבורית הקשורה לעניין. لكن פתרון שנמצא טוב ומתאים במדינה אחת או באזורי גאוגרפי מסוים יכול להתאים פחות או להיות בעל פחות במדינה אחרת או באזורי גאוגרפי אחר.

במדריך זה נעשה ניסיון לפרש ירעה רחבה ככל האפשר של פתרונות מוכרים, ולאزن בין הצורך להציג פתרונות כלליים ורחביים ככל האפשר מצד אחד לבין הרצון לראותם פרטים רבים ככל האפשר בהקשר המקומי או האזרחי הצד الآخر. (הפנהה למבחר מדריכים ממדינות שונות ראו בסוף 10.2 ובאתר האינטרנט של IEKE).

המדריך שלפניכם תורגם ועובד עיקריו מהמדריך הכל-איורי משתי סיבות עיקריות:

א) הנעשה באירופה הוביל עד כה את הגישה התכנונית ואת העשייה בתחום זה בעולם, וממנו נלדים לפחות שימושים בצפון אמריקה, באוסטרליה ובאסיה.

ב) צירוף הניסיבות התכנוניות והאקלוגיות המוכר לנו ממדינות שונות באירופה דומה לנעשה בישראל יותר מאשר צירוף הניסיבות שמקור לו מצפון אמריקה.

לצד הטקסט והנתונים המציגים מצבים שונים שתועדו במרחבי אירופה שלוב מידע נוסף – הן ממדריך שראה או בארצות הברית באפריל 2011 ומרכז את הניסיון העדכני בצפון אמריקה בנושא זה, הן מהניסיון שמתועד במדריכים המקומיים של ספרד והולנד, והן מהניסיון המקומי שלנו – כל זאת כדי להציג גרסה מעודכנת המותאמת למצב המדינה ישראל.

חשוב להזכיר כי לא קיימים פתרונות נכונים במאה אחוזים. המלצות במדריך זה מבוססות, כאמור, על ניסיון בארץות שונות ועל הניסיון שהצטבר עד כה בישראל. עם זאת, חשוב להמשיך לעדכן ולרכז במדריך את הניסיון שימושיו להצטבר בארץ, ואחת לכך שנתיים להפיץ גרסה משופרת ומעודכנת שלו. יש להציג עוד כי השימוש במדריך אינו תחליף להתייעצות במומחים או לעבודות צוות מושתפת של אקלוגים, מתכננים ומהנדסים.



איור 1.2: גשר המשמר קישוריות בערוץ נחל: כביש 90 עובר בגשר מעל ערוץ נחל דישון. (צילום: דותן רותם)

2

2. אופן השימוש במדריך

2

השפעות הקיטוע והחיז' שיזכרת תחתית תחבורה ניתנות לצמצום או לMITON בדרכים שונות ובמהלך שלבים שונים של פיתוח התשתית ושל השימוש בה. לעיתים אפשר להימנע מבעיות קיטוע אם מתקבלת החלטה הנכונה בשלבים המוקדמים של התכנון. את השפעות החיז' אפשר לצמצם במידה ניכרת על ידי שילוב (אינטרג'ציה) של התשתית בנוף הסובב או על ידי בניית אתרי מעבר בטוחים לבני חים. המטרות שאוון מציבים לצורר לצמצום השפעות החיז' של תשתיות תחבורה קיימות צרכות להתמקד בשיפור החדריות (permeability) של תשתיות התחבורה לתנועתם של מרכיבי המערכת האקולוגית, בעיקר של בעלי חיים, ובഫחת קיטוע קיים (דה-פרגמנטציה) של הנוף.

השלבים השונים ב"מהלן חייה" של תשתיות הם לחוב נפרדים זה מזה: תכנון, ביצוע, הפעלה ופרקוק, ונדרשים מהם מידע ומומחיות של אנשי מקצוע מתחומים שונים. חלקו של מדריך זה נבננו כדי להקל על מציאת המידע הרלוונטי לשלבים השונים הללו, ובפרקיו כללו תיאור של הביעות והמלצות לתכנון ולממשק בתחומיים שונים. כדי להקל על הקראאת, מידע נוסף והרחבות מובאים הן במסגרות צבעוניות לצד הטקסט והן בנספחים, שם אפשר למצוא גם רשימה של המקורות לפסק מסויים ורשימה של השמות המדעיים של בעלי החיים המזוכרים בגוף המדריך.

איור 2.1 מציג את סדר הפרקים במדריך.



איור 2.1: פרקי המדריך המותאמים לסדר השלבים השונים ב"מהלן חייה" של התשתיות

פרק 3-4 מרכזים את הרקע האקולוגי ואת הגישה התכנונית העקרונית: פרק 3 מותאר בקצרה את ההשפעות האקולוגיות השונות של תשתיות תחבורה: א辨ן בתו גידול, אפקט חי, פגעות בעלי חיים, זיהום והפרעות, המכנים במונח הכלול – קיטוע של בית גידול – הנושא המרכזי של מדריך זה; פרק 4 מסביר איך אפשר לפתח פתרונות אינטגרטיביים ולהימנע מkeitוע, ומודגש את חשיבות הבדיקה המוקדמת של היבט הקיטוע בפרויקטים של בניית תשתיות תחבורה.

פרקים 5-9 מציגים קשת של המלצות ופתרונות אפשריים לצמצום הקיטוע באופן ספציפי לשלי התכנון השונים, לבנייה ולהפעלה של תשתיות תחבורה: בפרק 5-7 מובא "ารגד כלים" לשלי התכנון השונים, כלים המקשרים גם לתכנון מוקד-מטרה של הביצוע, של התחזקה ושל הניטור. מתוך ההמלצות המוצגות בפרק זה אלה אפשר לגוזר הנחיה תכנון על פי צורך. בפרק 8 מותארים השלבים החשובים שלאחר התכנון. כדי להימנע מפגיעה מיותרת בשטחים טבעיים ובערכי טבע יש להקפיד על ביצוע נאות בשטח בהתאם להנחיה התכנון. הקפדה על השיקום הנופי החדש ועל עיתוי הפעולות מסוימת אף היא למזרע את הנזקים האקולוגיים ולצמצם את הפגעה החזותית בנוף. תכנון טוב ככל שהוא לא יספק את הפתרונות הנחוצים ללא הקפדה על ביצועו הנאות, על בקרה על איכות הביצוע ועל תחזקה שוטפת לאייתור ליקויים או בלאי ולתיקונה.

בהחותיות אמצעים לMITON השפעות הקיטוע בשלב התכנון והביצוע אין די. בנוסף יש לנטר את תפקודן של השיטות השונות שימוש בפועל למזרע הקיטוע כדי לבדוק אם האמצעים שגובשו אכן ממלאים את תפקידם וכדי לזהות מזור התשתיות שישמו דוגמאות של התנהלות טובה ולספק הנחיה יישום טובות לעתיד. פרק 9 מביא הנחיה כלליות לניטור תפקודם של האמצעים לMITON השפעות.

הנספחים בפרק 10 כוללים: (1) מילון מונחים; (2) הפניה לאתר אינטראקט ולמדריכים נוספים; (3) רשימת מקורות; (4) הרחבה על נושא הפיצוי האקולוגי; (5) רשימת השמות המדעיים של בעלי חיים המזוכרים במדריך.

<p>מבוא הנושא המרכזי במדריך</p>	1
<p>מדריך למשתמש מבנה המדריך והאופן שמודולץ להשתמש בו</p>	2
<p>הציג הבעיה: השפעת תשתיות תחבורה על מערכות אקולוגיות הגדרות של קיטוע בתי גידול, ההשפעות האקולוגיות של תשתיות תחבורה והשלכותיהן היישוריות והעיקפות</p>	3
<p>הגישה: פיתוח פתרונות משולבים תכנון תשתיות תחבורה חדשה, שדרוג תשתיות קיימות וסקירת הנושאים הכרוכים בכך מבחינה בעלי חיים וממערכות אקולוגיות. הצגת הגישה למיתון ההשפעות של קיטוע בתי גידול</p>	4
<p>מבעיה לפתרון: כלי תכנון מיתון ההשפעות של קיטוע בתי גידול בשלב התכנון של תשתיות חדשות וקיימות, השימוש בבחינה סביבתית מקדמית ובתקיריה השפעה על הסביבה. פירוק תשתיות; עלויות ותועלות; פיזי אקולוגי – הצגת הגישה</p>	5
<p>כליים נוספים לתכנון ולהערכת אקולוגיה נושאי מפתח לשילוב מוצלח של התשתיות בנוף חדש על מרכיבים הנוגעים למיתון השפעות הקיטוע של בתי גידול; מקורות מידע וכליים אפשריים להערכת האקולוגיה</p>	6
<p> מעברים לבני חיים ופתרונות טכניים אחרים אפשרויות הבחירה באמצעותם למיתון השפעות הקיטוע ובמיוחדם לפי מיני היעד ובתי הגידול; מעברים עיליים, מעברים תחתיים, מעברים לשילוב מושלב וمبرנים משודרגים; אמצעים לצמצום או למניעת תלותת בעלי חיים</p>	7
<p>דגשים בביצוע, ניהול ותחזקה חשיבות בהבנת העקרונות שהנחו את התכנון, הקפדה על יישוםו בשלב הביצוע וכן ניהול ותחזקה של התשתיות כדי שמטרות התכנון יתבטאו במלואן</p>	8
<p>ניתור והערכת קיים מנגנים לתכנון תכנית ניתור ולהערכת של יעילות האמצעים; תיאור של שיטות ניתור שונות; בקרה איכותית</p>	9
<p>נספחים מילון מונחים; מקורות בראשת האינטרנט ומדריכים אחרים; רשימת מקורות; פיזי אקולוגי; רשימת שמורות מדענים</p>	10

3. הציגת הבעה: השפעת תשתיות תחבורה על מערכות אקולוגיות

-
- 3.1 קישוריות וקייטוע
 - 3.2 ההשפעות האקולוגיות של תשתיות תחבורה
 - 3.3 השפעות אקולוגיות ראשיות וישראל
 - 3.4 השפעות אקולוגיות עקיפות
 - 3.5 אקולוגיה של הנוף

3

פרק זה מציג את הסוגיה האקולוגית והסביבתית העומדת במרכזו של מדריך זה. הוא פותח בהצגת התפיסה המרחיבת של קישוריות ושל קיטוע בתי גידול ובמערכות אקולוגיות, ומעלה מכלול של השלכות הנbowות מבניין של תשויות תחבורה ומהפעלתן ומשמעותן באופן ישיר ובאופן עקיף על מערכות אקולוגיות. קנה המידה המרחבי הנדרש להבנת הסוגיה גדול משטח מרוחב התכנון האופייני לפרויקט מסוים. היבטים של קישוריות וקיטוע דорשים, לפי העניין, בחינה בראייה אגנית, אזורית, לאומיות ולעתים אף בין-לאומית.

3.1 קישוריות וקיטוע

3

נופים הם פסיפס של כתמים טבעיים הנמצאים בתחום "רקע" של שימוש הקרקע השולט בשטחים הפתוחים. בכתמים הללו מצויים בתי הגידול הטבעיים השונים. רבים מכתמי בית הגידול מוקוטעים על ידי מגוון של שימושי קרקע שהם תוצר פעילות האדם, בעיקר על ידי שטחים בניוניים ותשתיות. **קישוריות אקולוגית (connectivity)** תוגדר להלן כיכולת של פרטיהם (יצורים חיים) לנوع בין כתמי בית הגידול המתאימים להם ולקיים בהם את מגוון הפעולות השונות הנדרשות לקיוםם, לרביותם ולהישרדות אוכלי-חייהם לאורך זמן. הקישוריות בין כתמים היא מרכיב חשוב לעמידותם וליכולתם של מינים ושל בתים גידול טבעיים להמשיך להתקיים למרחב, ועל כך נורחיב בהמשך.

בין הכתמים של בית הגידול הטבעיים יכולים לחבר **מסדרונות אקולוגיים** שאותם נגדיו כמרקבים בנוף, בעלי מגוון מכדים, צורות וכיסי צומח, המשיעים לשמר ולקיים קישוריות בין בין כתמים של בית גידול טבעיים. מסדרון אקולוגי יכול להיות: (א) שטח קרקע שהוא כשלעצמו בית גידול למינים מסוימים; (ב) שטח קרקע המשמש פרטיהם רק כנתיב מעבר בין כתמים נפרדים של בית הגידול המתאים לצורכייהם; (ג) מסדרון תפקודי המורכב מסדרה של כתמים הנקראים "אבני קפיצה" (stepping stones) – פרגמנטים קטנים של בית הגידול המצוים בטוחה התונעה האפשרי של המין, ומתאימים לשאהיה קצהה ותנווה לכתם הבא אך לא בהכרח להתבססות ממושכת (ראו איור 3.3 בהמשך). **חירות התשתיתית** (permeability) היא המידה שבה התשתיות מאפשרת את הקישוריות בנוף.

בעיה מרכזית הכרוכה בפיתוח בשטחים פתוחים היא השילוב בין צמצום שטחים של בית הגידול השונים (habitat loss) לבין קיטועם וניתוקם זה מהז (fragmentation). שילוב זה בין צמצום השטח בין הניתוק מקטין את רצף השטחים הפתוחים ומגביל את הקישוריות החיוונית.

רשתות תחבורה מפצלות מערכות אקולוגיות ובתי גידול טבעיים לכתמים קטנים ומובודדים זה מזה ויוצרות מושגים בין הכתמים השונים. אכם פעילות האדם הchallenge ליצור קיטוע בטבע לפני מאות אלפי שנים, אולם העלייה המהירה בצפיפות של רשתות תחבורה מהמאה ה-20 ואילך, ובשל כך נגשטו הנגרות של האדם לשטחים פתוחים ופעילותן הנගברת שם, האיצו את ההשפעות השליליות האמורות. הגבלת הקישוריות היא כוון חומרה בשימור שטחים פתוחים, ויש לה השפעה שלילית על המגוון הביולוגי ועל חיוונית הממערכות האקולוגיות עד כדי כך שקייטוע בתים גידול על ידי רשתות תחבורה, והפיזות המשני הנלווה אליה, הפכו ברמה העולמית לאחד האויריים העיקריים על המגוון הביולוגי.

רשת הכבישים ותחום השפעתם

לפי נתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, בשנת 2010 היו בישראל 8,136 ק"מ של דרכים לא עירונית ודרבי גישה שששתן הכלול הוא 76.8 קמ"ר וعليהן נעו כ-2.6 מיליון כלי רכב, ובכך הכל כ-0.4% משטח המדינה. לשם השוואה, כבישים ושוליהם מכסים כ-0.3% משטחה של נורבגניה, ועד למעטה מ-5% משטחה של הולנד.

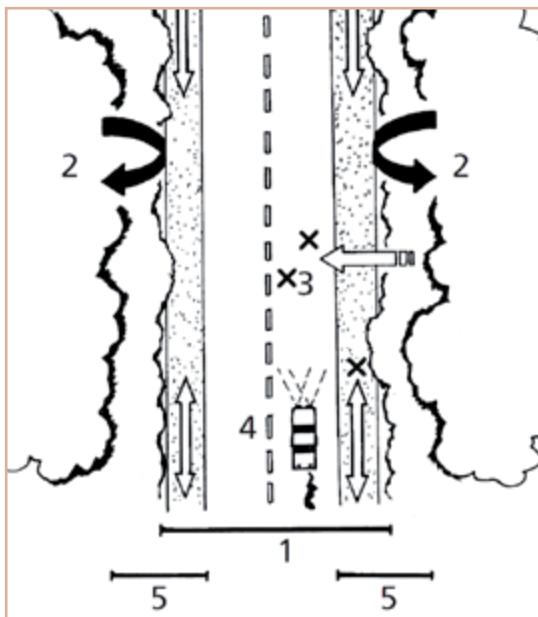
יחסוב אחר, מבוסס ממ"ג, אמד ב-2011 את השטח הכלול של כבישים ושוליהם, וכל אומדן של השטח המופיע בשולי הכביש ובסביבתו הקרובה. החישוב נערך במסגרת הנקנת "דו"ח מצב הטע", והבא בחשבון קיומ רצועות חיז' (buffer) לאור שני צדי של הציר המרכזי של כביש בניו. רוחב רצועות החיז' שהוגדרה היה 30 מטר לכבישים בין-עירוניים, 15 מטר לדרכי מסוגים אחרים. לפי חישוב זה אומדן שטחם הכלול של הכבישים, המחלפים וסביבתם המופורת היה גובה פי שישה – כ-481 קמ"ר, כ-2% משטחה של ישראל.

ניתוחים נוספים ב"דו"ח מצב הטע" 2010" שבחנו פיזור מוחבי של שטחים פתוחים ואת אפשרויות התנווה בין הכתמים כללו שימוש בנתונים על שטחים בניוניים, על תשתיות תחבורה ועל מקטעי נחלים שיש בהם זרימה קבועה והם מהווים חיז' לבני חיים בשתתיים, וכן מיפוי תאווטי של תחום ההשפעה האפשרי של כבישים על סביבתם. ניתוחים אלה מוצבאים על קר שלרשת הכבישים השפעה אפשרית על מערכות אקולוגיות בשטחים נרחבים בישראל, ועל כך שבאזורים מסוימים השפעתה גבוהה במיוחד.

3.2 ההשפעות האקולוגיות של תשתיות תחבורה

לפיתוח קוו תשתיות ליארים ולתפעולים – במיוחד כבישים ומסלולים ברזל המשתרעים לאורך שטחים נרחבים – יש מגוון השפעות על בתיה הגידול ועל המערכות האקולוגיות הסובבות את התשתיות, חלון השפעות ראשיות וישינות, חלון השפעות משנהיות, נסיפות ועקבות ברובן. אפשר למנות

חמש קטגוריות של השפעות אקולוגיות ראשיות (ראו גם איור 3.1) שיש להן השפעה שלילית על המגוון הביולוגי:



איור 3.1: הצגה סכמטית של השפעות האקולוגיות הראשיות של תשתיות תחבורה: המספרים שבאו מאיור מינין (EU)

(1) אבדן בתיה גידול

(2) אפקט חץ

(3) פגיעות פיזיות וישינות בעבלי חיים (בשל התנagesיות בין כל תחבורה לבין בעלי חיים)

(4) הפרעות והזuum

(5) התפקיד האקולוגי של שלולאים (שולוי תחומי פיתוח התשתיות) – בית גידול ייחודי וכמסדרון אקולוגי לאורך ציר הכביש

למעשה, השפעות אלה הקשורות לרוב זו בזו ויכולות להגביר זו את השפעתה של זו באופן סינרגיסטי. לפיכך את ההשלכות הכלולות שענן נמנים אבדן בתיה גידול והידרדרות מצבם, קיום חץ ופגיעה פיזית, בידוד והפרעות נכנה להן במונח הכלול **קיוטו בתיב גידול**.

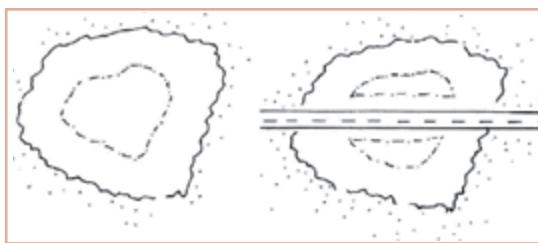
מלבד ההשפעות היישוריות אפשר לבדוקן בקבוצה של השפעות משנהיות (ראו סעיף 3.4).

3

3.3 השפעות אקולוגיות ראשיות וישינות

3.3.1 אבדן בתיה גידול

השפעה הישירה והמידית של בניית כביש ושל שדרוג כביש היא השינוי הפיזי בתכנית הקרקע לאורך נתיבו, ככלומר מצב שבו תשתיות תחבורה מחליפה או משנה את בתיה הגידול הטבעיים. השפעה זו של "אבדן נקי" של שטחי גידול טבעי הופכת חמורה אף יותר עקב השפעות של בידוד ושל הפרעות (ראו סעיפים 3.3.5-3.3.2 להלן) המובילות לשינוי הבלתי נמנע בפרישה המרחבית של מינים. לפי אופני חישוב שונים, כבישים ושוליהם מהווים בין 0.4% לכ- 2% משטח התכנית בישראל (ראו במסמך בעמוד הקודם). לפיכך, בקנה מידה אזרחי או לאומי השטח היישר המוקצה לתשתיות



איור 3.2: השפעת פיתוח התשתיות על שטחי לבבה פנימיים של בתיב גידול. לשטח הלבבה יש לעתים קרבות חשובות בשל היותם מופרעים פחות על ידי פעילות האדם ובשל נוכחותם של מינים מיוחדים של צמחים ובעלי חיים בתוכם.

באזור הלבבה שבאו ניתן לראות שהשטח שבגדיל יותר ממה שמשמש בפועל את התשתיות. הסיבה לכך היא ההשפעות המוגברות של אפקט השוללים לאורך נתיב הכביש. (EU)

נראית לכואורה עניין זניח, אבל ברמה המקומית, לעומת זאת, הקצתת שטח לתשתיות תוביל באופן בלתי-נמנע לקונפליקטים עם שימושי קרקע אחרים, בהם שמירות הטבע, נופש, חקלאות ובינוי.

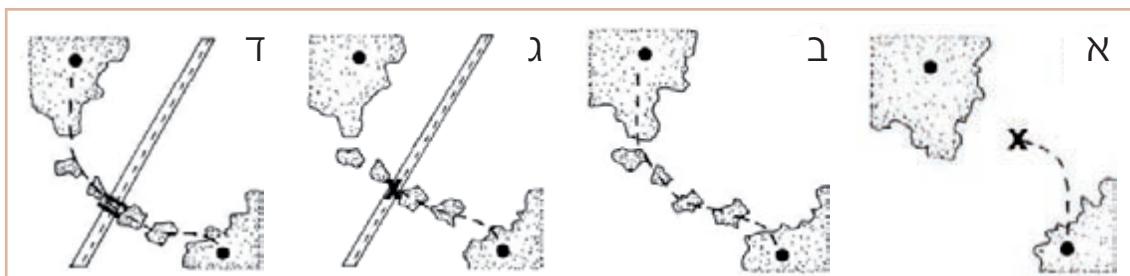
קיימים מסוימים של בעלי חיים רגילים לאבדן שטחים מבית גידולם יותר מאשר מינים אחרים. המינים הרגילים יותר הם בדרך כלל אלה שתוחם המchia שלהם נרחב, החיים בצפיפות נמוכה, ושהΖב הרבייה שלהם נמוך. מחקרים מצאו שמינים טורפים ודוז-חימם הם קבועות פגיעות במיוחד המגיבות לעלייה בצפיפות כבישים בירידה בגודל אוכלוסיותיהם.

כמו כן, לאחר שכבישים מגבירים את מידת הקיטוע בנוף, בנייתם יכולה להגדיל את חלוקם היחסית של בתיה הגידול של השוללים (איור 3.2, וכן ראו סעיף 3.3.5 על תפקודים אקולוגיים של שלולוי כביש).

מבין כל ההשפעות האקולוגיות הישירות של כבישים ומסלולם רכابت, אפקט החיז הוא כנראה החמור ביותר והמשמעותי ביותר על הקיטוע הכלול של בתים גדולים. קיטוע של שטחים פתחיים הוא אחד הגורמים המרכזיים לפגיעה ביכולת התפקוד של פרטיהם ושל אוכלוסיות של מינים שונים ולפוגעה בתפקוד של מערכות אקולוגיות בגל הפרדה בין בתים גדולים שאופיינם דומה ובגלל בכךם זה מזה של חלקי אוכלוסיות (ראו מסקנת בעמוד הבא).

מן כלשהו (של חיז או צומח) מאלס בית גידול אם התאימים לו קיומו של המון. מינים שונים של חיז וצומח מגיבים לפיקר גם באופן שונה לקיטוע. יש מינים שלקיים נדרשים בתים גדולים נרחבים ולא מוגוטעים המורוחקים יחסית מהשפעתן של הפרעות האדם, לעומתיהם יש מינים המסתגלים بكلות לשינויים ולהפרעות בסביבתם. חשוב לציין שלא רק בעלי חיים אלא גם צמחים זקוקים לקשרויות בין כתמיים של בית גידולם. צמחים זקוקים לקישוריות זו כדי להפיץ את גרגרי האבקה והזרעים החיוניים לרבייתם, והם נזירים לשם כך בנסאים שונים (רוח, מים, בעלי חיים וכן גוף האדם או ציוד).

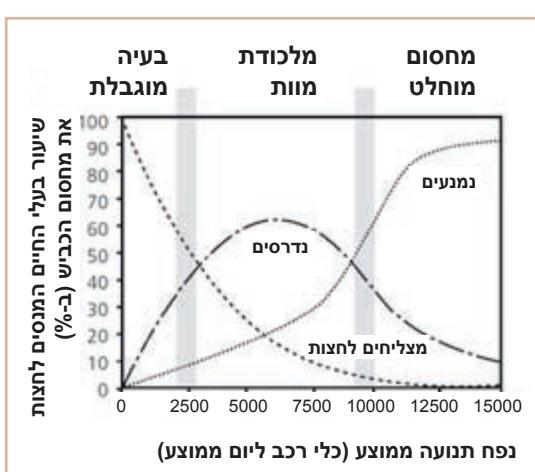
3



איור 3.3: ההשפעה של מסדרונות אקולוגיים ושל רשת הכבישים על תנובה של מינים בניו:

- (א) כתמיים קטנים של בית גידול מוגדרים: תיתכן חוסר יכולת של פרטיהם לנوع בין בית גידול מוגדרים לשמש "אבני קריפזה" המקשרות בין כתמיים של בית גידול מוגדרים;
- (ב) כתמיים קטנים של בית גידול מוגדרים;
- (ג) מסדרונות אקולוגיים המוליכים לכבישים עלולים להיות מלכודות מות;
- (ד) מעברים לבני חיים יכולים לשיער בחיבור חדש של מסדרונות אקולוגיים.

איור 3.3 מדגים את ההשפעות המשולבות של קיטוע בתים גדולים לכתרמים נפרדים למרחב בכמה מצבים: (א) במצב שבו אין בשטחים הפתוחים מסדרונות אקולוגיים המקשרים בין הכתמיים מינים מסוימים עלולים לאבד את היכולת לנوع בין כתמי בית הגידול המתאים להם; (ב) מצב שבו "אבני קריפזה" משמשות מסדרון אקולוגי המסיע בתנוצה של פרטיהם בין שני כתמיים גדולים של בית גידול המתאים לצורכייהם; (ג) מצב שבו כבישים הסוכרים למסדרון אקולוגי או חוצים אותו עלולים לפגוע ביכולת התנוצה של פרטיהם או להביא ישירות למותם: המסדרונות עלולים לנתק בעלי חיים אל הכביש, שם הם עלולים להידרוו בנוסותם לחצתו; (ד) מצב שבו קיימים מעברים לבני חיים יכול לצמצם תנומה זו המותוארת בסעיף ג' ולחדר את הקשרויות למרחב לאורך המסדרון האקולוגי.

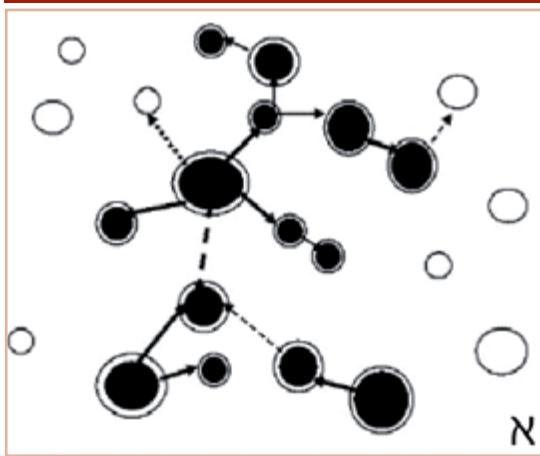


- איור 3.4: הקשר בין נפח הטעינה לבין היכולת של בעלי חיים לחצות כביש: מודל עקרוני המתאר את ההשפעה של נפח הטעינה על חלקם היחסי מכלל הפרטים הנמצאים בסביבת הכביש של אלה אשר: (א) חוצים את הכביש בבטחה, (ב) נמנעים מלהחותו או (ג) נדרסים למותם בעת ניסיון החציה. (האיור לפי Andreas Seiler (EU: Andreas Seiler)

אפקט החיז נובע מצירוף של כמה גורמים: מידת הדחיה וההימנעות הפיזית של בעלי החיים מהכביש ומקרבתו, מידת ההפרעה הנגרמת על ידי הכביש וה坦ועה שבו, מידת התממותה של בעלי החיים. יש מינים שכמעט אין רואים בכבישים מחסום, ומינים אחרים שאינם מתקבלים כלל למסדרון הכביש ואין מונסים לחצתו. מידת הרתעה מהכביש וההימנעות מ hatchutto עשוות להשנות גם בתווך המין בהתאם לזוג הפרטים (זכר או נקבה), גילם וניסיונו.

הימנעות של מינים שונים מהתקבוב לכביש או מניסיון לחצתו נובעת גם מגורמים כמו נפח התנועה, רוחב הכביש או שינויים נרחבים שבנויות הכביש גרמה לבית הגידול. כבישים מהיריים ורחובים בעלי נפח תנוצה גדול יותר יכולים להיות המהסכים הנגדלים ביותר המפריעים לתנועה בעלי החיים ולרענון האוכלוסיות.

יש להבין כי חיציות מוצלחות של התוואי הן רק חלק מבין ייסויו ורובי יוטר של ח齊יה. מידת שבנה הכביש וה坦ועה שבו משפיעים על אוכלוסיות בעלי חיים באמצעות תנומה או צמצום אפשרות התנועה של הפרטים באוכלוסייה תלולה בנפח התנועה.

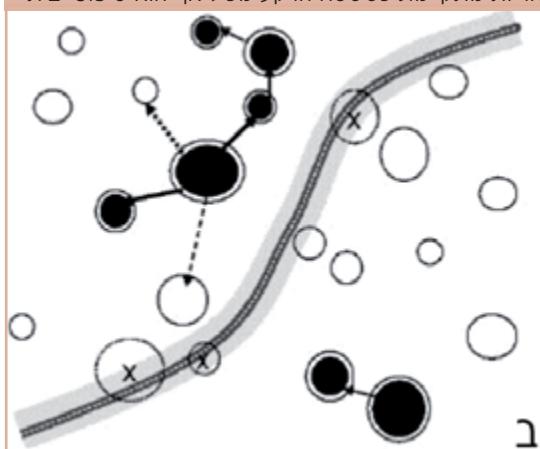


התאוריה האקולוגית מתחارت ארוגן של אוכלוסיות של מין כלשהו באופן המכונה מטה-אוכלוסיות (meta-populations): זהו מבנה-על מרובי מורשת המורכב ממת-אוכלוסיות מקומיות של מין זה.

התה-אוכלוסיות שוכנות ב"כתמי ליבה", שם כתמים של בית גידול טבעי המתאים לצורכי המין המקורי בתוך "שטח רקע" (matrix = שטחים פתוחים שבית הגידול והשפעת הפעילות לצורכי המין, למשל בגליל שימושי החקלאי ובדינמיקה של האדם). התה-אוכלוסיות שונות זו מזו בגודלן האינטנסיבית של להן, וכן מקיימות ביןיהן קשרים באמצעות תפוצה וגדירה של פרטים בין כתמי הליבה דרך שטחי הרקע (איור א'). חלק מהטה-אוכלוסיות יציבות יותר מאשר יוכלו לשמש מקור (source) להגירה של פרטים לכתרים אחרים; חלון מכונות מבולע (sink), והן יציבות פחות, ויכולתן לשרוד תליה באספקת פרטים ממחוץ לאוכלוסיות המקור.

שלילוב בין אבדן בתה גידול לבין הגברת הפיצול בשטחים של כתמי בית הגידול שנוטרו יכולות להיות שתי השפעות עיקריות על מני צמחים ובעלי חיים: ראשית, גודלם של כתמי בית הגידול שנוטרו יכול להצטמצם עד כדי כך שהם לא יוכל לתמוך עוד בקיום של אוכלוסיות חיניות (viable populations) של מינים שיש חשיבות לשימורם; שנית, הכתמים שנוטרו עלולים להיות מבודדים זה מזה עד כדי כך שלפרטים באוכלוסיות אלה יהיה סיכון נמוך ביותר לתנועה ביניהם.

הקשירות בנוף חשובה כיון שגם התרבות והפיזור של פרטים במרחב היא אחד ממרכיבי המפתח החשובים להישרדותם של מינים. בעלי חיים רבים ונעים בין בתה גידול שונים כדי לענות על מגוון צורכיהם היומיומיים והעתוניים. הדבר מותbeta בשהייה בתאים שונים במרחב בשעות שונות של היום ובמקומות שונים במהלך השנה. הקישוריות בנוף מאפשרת תפוקדים ושתפים אקולוגיים מגוונים הcoliים תפוצה למרחב, אכלוס מחדש של שטחים וקיים של מטה-אוכלוסיות ומתרוך כך צמצום הסכנה שבחדוגות שאירים בתה אוכלוסייה. רמה גבוהה של קישוריות מתקינה כשתוח הרקע מכיל אף הוא טיפוסי בתה גידול "דיזוטים" ל민 המסתים של בעלי החיים ואינו מושכים לתנועה, וכך אפשר לעלי החיים לנעו בחופשיות בין שטחי הליבה ולמלא את צורכם הביוולוגיים. מושגים המבוצדים בתה גידול מקטינים את יכולת של פרטים לנעו בנוף בחיפוש אחר מזון, אחר מקום מחסה או אחר בן זוג. היעדר יכולת לנעו בין כתמים מתקנים את מותם הופר מינים לפגעים יותר לסכנות הכהדה מקומיות או אזורית (על ידי הצלבות הכהדה).



בנייה כבישים גורמת להפרעה ולאבדן תה-אוכלוסיות מקומיות בראשת של המטה-אוכלוסייה, ובנוסך יוצרת חיז' לתפוצה, דבר המונע אכלוס מחדש ומבודד תה-אוכלוסיות מקומיות משאר הקבוצות בראשת (איור ב'). אם תה-אוכלוסיות מקור מרכזיות נגראות מיתר תה-אוכלוסיות המובלע, כל המטה-אוכלוסייה עלולה להימצא בסכנה הכהדה.

מודל עקרוני (איור 3.4) מותאר את ההשפעה של נפח תנועה של בעלי חיים מהתקבבות לביש או מניסיון לחצות; (2) הסבירות שהם יירגו בניסיון לחצות את הכביש; (3) שיעור ניסיונות החציה שהסתינו בו בהצלחה.

על פי המודל, בנפח תנועה נמוך (פחوت מ-2,500 כלי רכב ליום) שיעור נמוך של בעלי חיים הנפגעים מהכביש ושיעור נמוך של בעלי חיים הנרתעים מהכביש ומהפרעה שגורמת תנועת כלי הרכב בו מבאים להשפעה מעטה בלבד של הכביש על האוכלוסייה. בנפח תנועה בינוני (2,500-10,000 כלי רכב ביום) כמות הנפגעים היא גדולה, מספר בעלי החיים הנמנעים מהכביש עולה, ושיעור החציות המוצלחות יורדת באופן ניכר. בנפח תנועה גבוהה (מעל 10,000 כלי רכב ליום) רק שיעור קטן יותר מבין הניסיונות לחצות את הכביש מסתים בהצלחה: שיעור ניכר מבעלי החיים נרתעים ונמנעים מהכביש, ולכן שיעור בעלי חיים שנפגעים נמוך יותר אף הוא. המודל מבהיר למעשה הצדית כביש ותמותה עקב חזית כביש משתנות בהתאם לרמות שונות של נפח תנועה. לפיו, שיעורים נמוכים של תמותה בכביש בעומס אפסר אולם לפרש כעדות לכך שהשפעות התנועה הסואנת על בעלי החיים הן מזעריות ונזירות, אך למעשה הם יכולים להיעיד על קר שמיים בשטח הסטטוס לכביש הוכחדו מקומית או שההפרעה מתנוועת כל הרכב מרוחיקה אותן בעילות מושתת הכביש המהיר.

ערci הסף לנפח תנועה שנקבעו במודל (המייצגים גם נפח תנועה ש杂志社ים התערבות מושקית) וצורת העוקמה במודל עשויים להשנות בהתאם למין, כיון שהם תלויים גם בשפעה של מינים ספציפיים, בהתנהגותם ובצורךיהם הביוולוגיים. עם זאת, המודל מספק בסיס לבחינה נוספת של הנושא. רצוי לבדוק גם באיזו מידה משקף המודל את

המציאות בישראל ומה הם הגורמים המשפיעים כאן על אפקט החץ לגבי המינים השונים: נפח התנועה (בכל שעות היום גם יחד או בעיקר בשעות הלילה), ההייבט המבני (כמו רוחב הכביש שגדל עם הפיכת כביש לדו-מסלולי ועם הוספת מפדות) הנלווה לנפח תנועה גדול יותר, או שני המרכיבים גם יחד.

3



איור 3.5: כביש יכול להיות מחסום פיזי והתנהגותיו שונה עבור מינים שונים: לעיתים בעלי חיים מוצאים פתרון יצירתי לחץ שיוצרים הכביש או המבנים הנלוים אליו. לעומת זאת – מכיםם אלה מעמידים אותם בסכנת דרישה גבוהה יותר. (צילומים: דורון ניסים)

מחסום פיזי: למრבית מיני היונקים הגדולים תשתיות תחבורה הן מחסום מוחלט רק אם הן מגדרות או אם נפח התנועה בהן הוא גבוהה (ראו טבלה 3.1 ואIOR). למיני בעלי חיים קטנים יותר, במיוחד חסרי חוליות, שטח הפנים של הכביש עצמו ושולי הכביש מהווים מחסום גדול אם מפני שהמצטע נתפס על ידיהם "עוזן" ואם מפני שההפרעה שבנוכחות הפיזית של הכביש (לעומת ממדי גוף ושטח תחום המכחיה שלהם) היא גדולה מדי.

טבלה 3.1: הקשר בין נפח התנועה בכביש לבין השפעות אפקט החץ על יונקים

חידירות הכביש	נפח התנועה
חדר למורביה המינים	כביש עם נפח תנועה נמוך מ-1,000-1,500 כלי רכב ליום (תנועה דלה)
חדר למינים אחדים אך מינים יותר רגשים נמנעים מקרבתו או מחייבתו	כביש עם 1,000-4,000 כלי רכב ליום
חויז חזק יותר, הרעש והתנועה ידחו פרטיטים רבים. רביים מלאה המנסים לחצות את הכביש יפגעו	כבישים עם 4,000-10,000 כלי רכב ליום
בלתי חדר למורביה המינים	כבישים מהירים עם נפח תנועה גבוהה, מעל 10,000 כלי רכב ליום

ערה: גידור לאורך תשתיות מותוסף להשפעה שיש לנפח התנועה ומוגבר את אפקט החץ של תחבורה. עם זאת, גדרות ליד מעברים לבני חיות יכולות להוביל בעלי חיים בביטחון למעברים היעודים.

מחסום התנהגותי: ידוע כי מינים רבים של יונקים גדולים נמנעים משטחים הסמוכים לכביש ולמסילות רכבות ככל שגדלה בהם מידת ההפרעה של פעילות האדם (עוצמת התנועה, פיתוח משני). בעלי חיים אחרים, בהם יונקים קטנים וכמה מינים של ציפורים עיר, הפגינו התנהגות של הימנעות הנוגעת בעיקר לחציה של שטח פתוח נרחב.

השפעות שיש למיחסם הפיזי ולמחסום ההתנהגותי על פרטיטים מסווגות על דינמייקה של אוכלוסיות, ולעתים קרובות אף מאיכותם על קיומו של המין. הדרך היחידה להימנע מאפקט החץ היא להפוך את התשתיות לחדירה יותר לבני חים, וזאת על ידי בניית מעברים מיוחדים בעבורם, על ידי התאמת של מבנים הנדסיים לתפקידם או על ידי ממושך ובקרה על נפח התנועה. בחירה זהירה של נתיבם של הכביש בנוף יכולה לצמצם את בעית החץ.

כשתשתיות מקבילות אין מוקמות במסדרון אחד, לעיתים קרובות ניכות בשטחים שביניהן ו/or מוקומית או אזורית במגוון הבiology. לכן האחדה של שני סוגים ומעלה של תשתיות תחבורה לאורך אותו מסדרון תשתיות – שנים או יותר נתבים מקבילים, קרובים ככל האפשר זה לזה, במיוחד במקרים של מסדרונות תחבורה רב-שימושיים (כבישים ורכבות) – האחדה יכולה להוביל למינום מסויימים. לעומת זאת, מסדרונות כאלה עלולים להיות רחבים למדי ודוחקה להגבוי את עוצמת החץ למינים מסוימים שאינם מסוגלים לחצות מסדרון תשתיות רחב כל כך (ראו AIOR 3.6). באירועה תועדו מקרים שבהם האחדה של תשתיות תחבורה פועלת כמחסום משמעותי למינים מסוימים.



איור 3.6: מפה של תשתיות תחבורה מהוות חץ בנווה. במרחוב של מחלף ענבה נפגשים שלושה כבישים ראשיים ושלוש מסילות רכבת (שתיים מהן בתכנון). אף על פי שנעשה מאמץ לשמר על קישוריות במרחוב על ידי גשרים רבים מעל ערוצי הנחלים, הרי שפגש תשתיות זה משתרע על שטח גדול ביותר ומהוות חץ לא מבוטל בנווה.



איור 3.7: הדרישה בכבישים פוגעת בקצבת גדולה של בעלי חיים: הולכים על ארבע, זוחלים ואף מינים מעופפים. דרישת עלולה לפגוע במיוחד בפלחים מסוימים מהאוכולסיה, למשל בפרטים צעירים. (צילומים: יהל פורת, דעון רותם, רון פרומקין)

3.3.3 פגעה פיזית ישירה בבעלי חיים

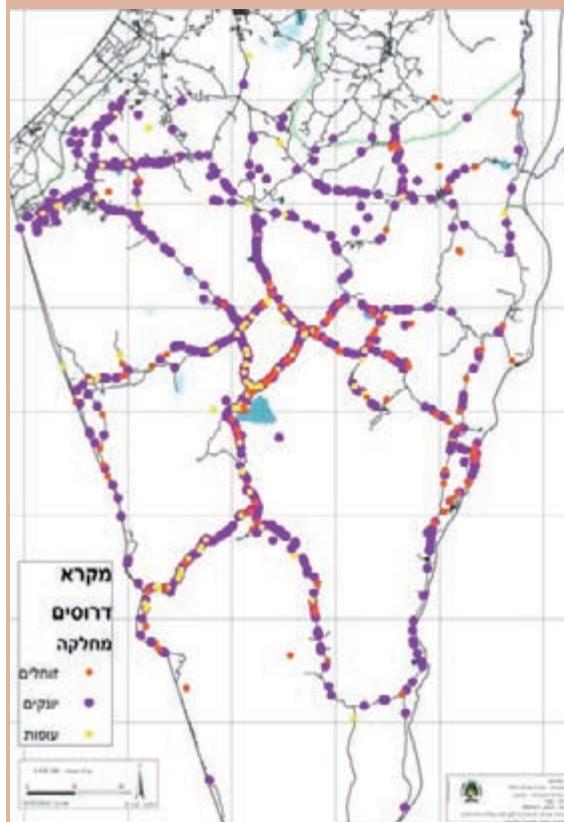
תמותה היא כנראה ההשפעה המוכרת ביותר של תשויות תחבורת על בעלי חיים. מיליון פרטיהם של בעלי חיים מושקח רחבה יותר של מינים נהרגים מדי שנה מדרישה או מהתגשות בכלי רכב בכבישים ובכבישות רכבות, ורכבים נספחים נפגעים פגיעות חמורות (איור 3.7). יש לזכור כי תמותה ואפקט חיז אינם משפיעים באופן זהה על אוכלוסיות בעלי חיים. לעיתים השפעות התמותה ניכרות כבר בטוחה הקצר, לעומת זאת, אילו השפעותיהם של החיז ושל אבדן הקישוריות מתחבטות רק בעבור כמה דורות.

מספר גדול של בעלי חיים פגועים ממיון כלשהו או בהכרח אינם על קיומן של האוכלוסיות. הדבר יכול להצביע על כך שהמינים הפגועים הם שכיחים ושתפוצתם המקומית נרחבת. באירופה, תמותה מפגיעת כלי רכב היא ככל הנראה סיבה לשיעור קטן בלבד (4%-1%) מכלל התמותה של מינים נפוצים (כמו מכרסמים, ארנבות, שועלים, דרורים, שחורים וכו'). עם זאת, למינים רגילים יותר, פגיעה של כלי רכב עלולה להיות סיבה מרכזית לתמותה, מעבר לכך, היא עלולה להשפיע באופן ניכר על סיכויי ההישרדות של אוכלוסייה מקומית. כך למשל, בפולנדרים, בלגיה, נמצא שלמעל 40% מאוכלוסיית הגירית המצוייה נדרסה למוות בכבישים מדי שנה. אבדן בסדר גודל זהה מהו אiom ניכר על יכולת ההישרדות הגירות לטווח הארוך ברמה האזורית.

3

דריסות בכבישי ישראל

גם בישראל נדרסים בכבישים בעלי חיים רבים. רחבי הארץ תועדה כמות רבה של דרישות, אם כי לרוב המידע אינו נאסף באופן סדי ושיתתי. להלן כמה דוגמאות מתוך סיכומיםἌחדים שנאספו:



בין אפריל 2009 לינואר 2011 תועדו בכבישי דרום הארץ על ידי פקחי רט"ג 695 פרטיהם דרישות: מין אחד של דו-חיים, 30 מיני זוחלים (163 פרטיהם), 31 מיני יונקים (479 פרטיהם, כולל עטלף אחד), 23 מיני עופות וכן מינים מלאו אדם (गמל, חתול וככלב), חלקם מינים מוגנים ואף מינים בסכנת הכחדה (מינים אדומיים).

ניתו מרחבי נפרד שבדק את דרישות בעלי החיים ב佞ב בשנים 2006-2008 הצבע על ריכוז דרישות של מינים אדומיים ליד שמורות טבע וליד שטחים פתוחים המרוחקים ממושבי פעילות אדם, ועל ריכוז דרישות של מינים מתרבים (כמו שועלים ותנינים) סמוך לשטחי חקלאות, יישובים ומצבאות (האזור משמאל מציג ניתוח מרחבי של נתונים מה佞ב מהשנים 2006-2010).

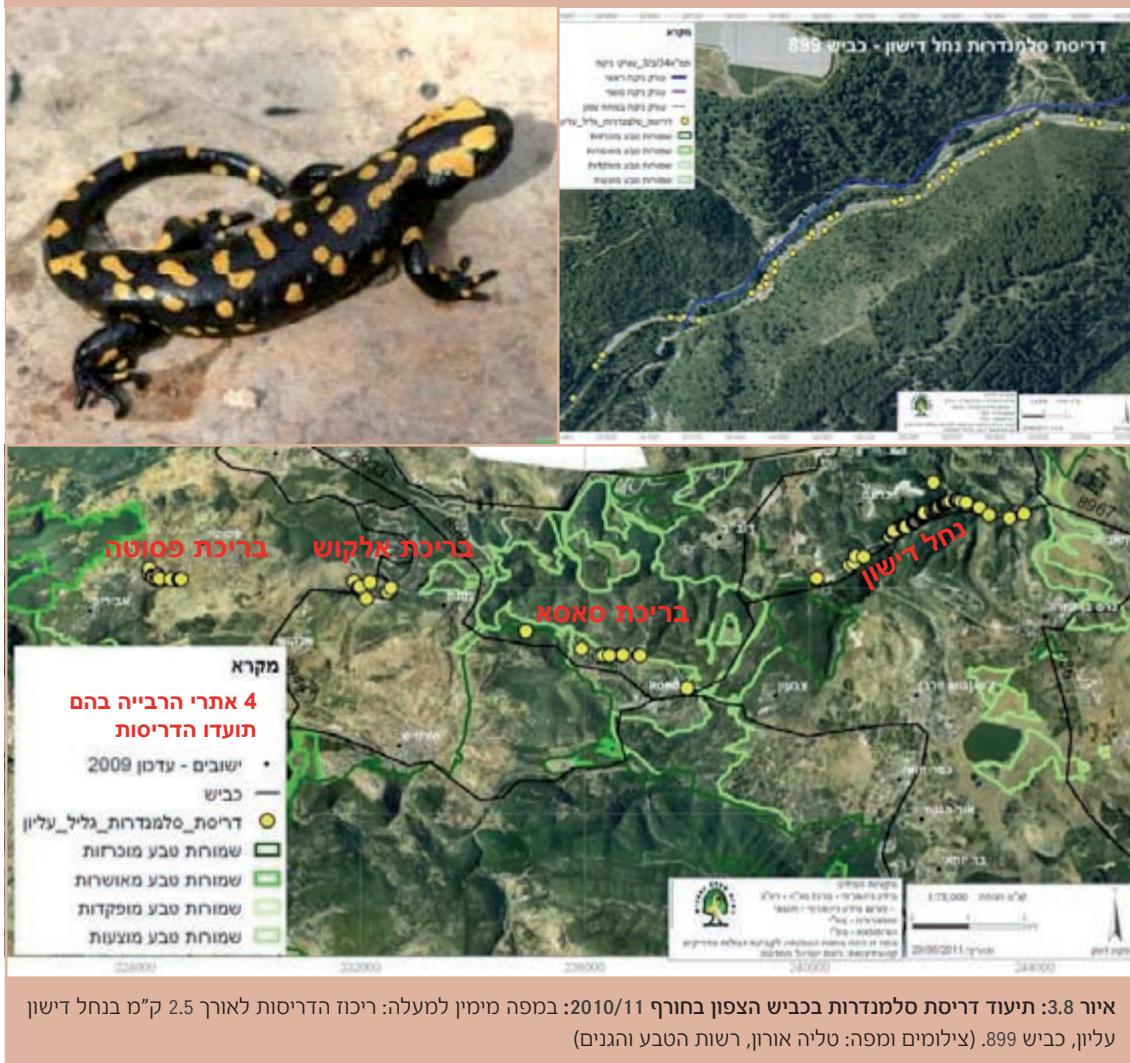
בעמק חרוד תועדו בשנים 2000-2008 כ-1,180 פרטיהם דרישים מ-67 מינים של בעלי חיים ובهم דו-חיים, זוחלים, עופות וונקים, חלקם מוגנים וחולקים בסכנת הכחדה. אף על פי שהנדטים הרבים ביותר היו תנינים, הר שיש לשימ לב במיוחד לתיעוד הדרישות של פרטיטים ממינים מוגנים וממינים בסכנת הכחדה, שביהם כל פגעיה, תהיה מעתה ככל שתיהה, עלולה להשפיע לרעה על אוכלוסיות קטנות ובודדות זו מזו. במקרים אחדים נמצא ריכוז דרישות ליד בית גידול לחים וליד ברכות דגים, וכן קרובה ל蹶בורי מים, שכן מעבריו מים ממוקמים לרוב על ערוץ זרימה או סמוך לו, וערוץ זה המשמש במקרה ובין גמ נתיב תנועה טבעי וגם מקור מים לבעלי חיים, חלקם מינים בסכנת הכחדה.

ישראל המידע על דרישות אינו נאסף לרוב באופן שיטתי (ראו מסגרת לעיל). יש עדות על פגעה במינים בסכנת הכחדה כגון סלמנדרה או לוטרה (ראו מסגרת בעמוד הבא), אבל הן השיעור המדויק של תמותה מדרישות מבן כלל הסיבות לתמותה של מין כלשהו והן החלק היחסית לנפגע מכך לאוכלוסייה של המין אין ידועו.

חשוב לציין כי גם מספר היצירויות הנפגעות עלול להיות גדול. כבישים ראשיים הסמוכים לבתי גידול לחים או חוותיהם יכולים לגורם למצב שבו פרטיטים רבים של עופות ממגוון מינים נאלצים לחצות כבישים בעומס נורא, וכך מוגברים את סכנת התמותה עקב התגשות בכל רכב. עופות גדולים כמו דורסי יום ודורסי לילה נמשכים לשולי כבישים שבהם גדול צומח עשבוני כדי לצוד יונקים קטנים וציפורים שיש הנמצאים שם. מספר גדול של דורסי יום ודורסי לילה נפגעים כהם עופים בתעופה נמוכה מעלה כביש בשעת ציד. לתמותה בכבישים של כמה ממינים אלה, כגון תנשמת, גיגון תנשמת, עלולה להיות השפעה חמורה על אוכלוסיות מקומיות. על מנת להסביר השפעה של התמותה בכבישים על אוכלוסיות של חסרי חוליות אין בידינו די מידע, וזאת לאחר שמדובר של פרטיטים אלה קשה לאייתור ול釐מות יותר מאשר תמותה של חוליתנים.

סלמנדרה כתומה היא מין בסוג הרכיה הנמצא בארץ בקצתה הדרומי של גבול תפוצתו ואוכלוסיותיו קטנות וمبرdedות זו מזו. הפרטים נעים בתחום גאולוגי מצומצם ביותר בין אזור הריביה לבין אטרו הריביה הוהלים ומצומצמים – ברכות מעין, ברכות חורף וזרימות נחל איטיות.ليلות גשומים בחורף ובתחלת האביב יוצאות הסלמנדרות ממחבואיה הקיז ונעות אל אטרו הריביה להזדמנות ולהשראה. הסלמנדרה היא יצור שתונעטו איטית, ולכן בתהליך ההתקבצות אל אטרו הריביה ואחר כך בתהילן עזיבתם נדרשות סלמנדרות רבות לצד מינים אחרים של דו-חיים.

בתקופה שבין דצמבר 2010 לאפריל 2011 תועדו כל הסלמנדרות שנדרכו באביבה אטרו ריביה באזורי מרים בגליל (נתונים חלקים נשמרו גם בשני אתרים נוספים): לאור כ-15 ק"מ של כביש הצפון ועיפויו נרשמו 81 סלמנדרות דרשות וכן 18 דו-חיים נוספים אחרים (ראו אייר 3.8). אתר הריביה הגדול ביותר נמצא בנחל דישון עליון (לצד כביש 899), שבו מיעינות קטנים הנובעים חדשניים מדי שנה. ריכוז של סלמנדרות דרשות תועד לאורק בטע של 2.5 ק"מ מכובס העובר במקביל לעוז. שלושת האתרים הנוספים הם ברכות חורף (סאסא, אלקוש, פסוטה) שהן שמורות טבע, ובهم הדרישה מתמקדת במקטע כביש שאורך 300-500 מטרים.



- מינים רגילים במיוחד למיחסים מכבים ו לתמונת מדינית המ:
- מינים נדירים שלהם אוכלוסיות מקומיות קטנות ותחומי מחיה אינדיידואליים גדולים, כמו מיני טורפים גדולים.
 - מינים שלהם דפוסי נדידה יומיים או עונתיים בין בית גידול מקומיים. דו-חיים רגילים במיוחד לתמונת בכבשים כמשמעותם העונתית אל ומוקווי המים שהם מתרבים בהם חוצה כבשים. מיני פרסתנים מסוימים משתמשים בתנועות שנות של היום, ולעתים קרובות חוצים כבשים או מסילות רכابت כדי לספק את צוריהם.
 - מיני פרסתנים הנודדים נדידה עונתית ארוכה טווח בין מקומותיהם ניזונים בהם בעונות החורף והקיץ (למשל בצפון אמריקה ובצפון אמריקה).

הן כמות בעלי החיים הנפגעים בכבשים ובמסילות רכابت והן הפיזור המרחבי של הפגיאות משתנים כתוצאה מגורמים כמו טמפרטורה, משקעים, עונות השנה והשנה ביום, ומושפעים מהתנודות היומיות בתנועת כל הרכב ובפעולות בעלי החיים. שינויים עונתיים במספר הנפגעים מושפעים מפעולות כמו רבייה, תפוצה (dispersal), דפוסי נדידה עונתים

והפרעות עונתיות כמו ציד. התוואי שבו כבישים ומסלולים עוברים בנוף משפיע אף הוא על שכיחות הדriseה והתמותה של בעלי חיים. כך למשל, כבישים המשתרעים במקביל לשוללים של יער ואחו או חוותם בין שטхи האחו לבין שטхи העיר מסוכנים במיוחד חיים שנעים באופן סדרי בין מתחם בית גידול פתוחים יותר, שהם ניזונים בהם.

בצפון אמריקה ובאירופה מרובות ההתנגשויות בין בעלי חיים גדולים, בעיקר פרוסתנים, לבין כלבי רכב. התנגשויות כאלו להיות דרמטית, להוות סיכון בטיחותי העולה אף בחיה אדם, ולגרום גם נזק כספי רב. לפיכך מרכיבית האמצעים שננקטים שם להקטנת מספר בעלי החיים הנפגעים בכבישים נעשים בראש ובראשונה מטעני בטיחות התנועה. לאחר שטטרתם העיקרית של אמצעים אלה היא למנוע את גישת בעלי החיים לכביש, לעיתים נזח או נשכח הצורך לנתק או תקינה לבתוות בעבורם וימזערו את הקיטוע.

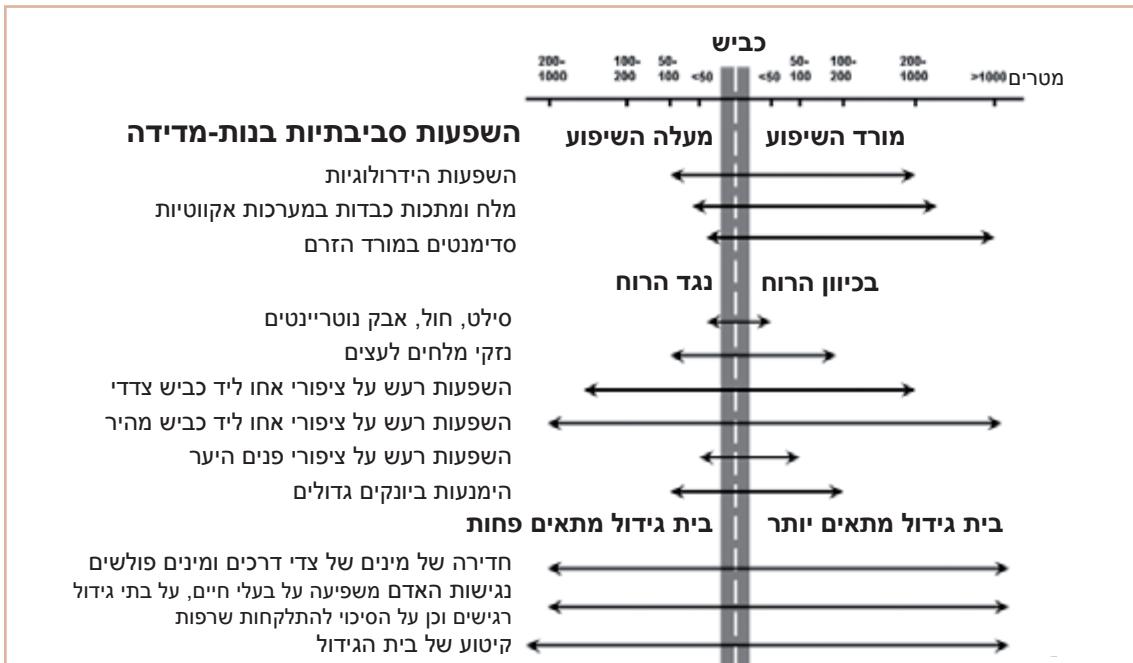
ישראל על פי המצב שונה: אך מעט מההתנגשויות בין כלבי רכב לבעלי חיים מהוות איום על חי אדם או מסבוב נזק כלכלי כבד. עיקר ההתנגשויות הדרמטיות בישראל הן עם בעלי חיים מבויתים שבשליהם התרשלו בהחזקתם (פרות, סוסים, חמורים וגמלים), והתפקיד בעניין כרוך בדיalog עם הבעלים, ביישום אמצעי פיקוח ובהטלת קנסות. עם זאת, מדי פעם בפעם מדויה על התנגשויות של חזיריו בר בוגרים בכלי רכב. באוזור הכרמל למשל, שבו התגלעה בעיה חוזרת ונשנית, התקינה לאחרונה המועצה האזורית חוף הכרמל שילוט אזורי המוריע מפני נוכחות של חזיריו בר בקרבת כביש.⁴

3.3.4 הפרעות וזיהום

אמנם עיקר העיסוק במדיריך זה הוא בשלוש ההשפעות שמצוינו בסעיפים הקודמים – א辨ן בתי גידול, יצירת חיץ ותמותה של בעלי חיים, אבל חשוב להבין שפיטוח כבישים ומסלולים רכבות ותפעולם משנה את המאפיינים האקלוגיים של בתיהם גידול סמכוכים, ועלול לשנות גם את הדרך שבה בעלי החיים פועלים ומשתמשים בהם. רבים משינויים אלה יכולים להשפיע גם על נזק שנמצא במרקח ניכר מהתשתיות האמורה. שני הסעיפים הללו עוסקים בהשפעות היישרות הנוספות של פיתוח נתיבי התחבורה. במרבית המקרים השפעות אלה באות באינטראקציה עם ההשפעות העיקריות שכבר צוינו, וגורמות ליצורים החיים בסביבת תשתית התחבורה **צירוף מצטבר של ע��ות**. ניסיון לאמוד את טווח המרחק של השפעות שונות מוצג באIOR 3.9. להלן הטיפוסים העיקריים של הבעיות הקשורות לתשתיות תחבורה:

שינויים הידרולוגיים: חפירה, מילוי ובנית סוללות מושנים את הטופוגרפיה בנוף ומביאים לעיתים קרובות לשינויים גדולים בהידרולוגיה. חפירה יכולה להגבר סחף קרקע ולולוקן אקוופרים. מילוי ובנית סוללות יכולים לשנות את מuster המים – ליצור תנאים יבשים או לחים יותר. שינויים אלה ישפיעו על הצומח, במיוחד בתמי גידול לחים ובבתי גידול צחיחים. כבישים המושנים דפוסי זרימה בבתי גידול צחיחים יכולים ליבש כליל מזרונות.

זיהום כימי: טווח רחב של מזחמים מגעאים לסביבה מכלי הרכב בכבישים ומשטח פני הכביש. גדי הפליטה של מזחמים כוללים למשל פחמן חד-חמצני, תחומות חנקן (NO_x), תחומות גפרית, פחמן ובהם גם פחמן אורומיים טבעתיים (PAH), דיאוקסינים וחלקיקים זעירים. כל רכב פולטים גם מתחות כבדות כמו עופרת, אבן, נחושת וקדומים. במקומות שבהם מפזרים מלוחים למונעת הצטברות קרח נגרם לסביבה גם זיהום מנתרן וכולוריד. הכימיים מזחמים



איור 3.9: הצעה לאומדן ראשוני של טווח ההשפעה המורחבי של הפרעות שונות (עבודה מחבירה COST 341 בעקבות Forman ועמיתו 1997)

את האויר, את הקרקע ואת הצמחים לצד הדרכים ואת מי התהום. תרכובות המכילות חנקן וగפרית תורמות לעלייה בחומציות ולאוטרופיקציה (העשרה לא רצואה בנטריוניטים). מזחאים יכולים לגרום נזק או הפרעה לתפקידים ביולוגיים בכמה רמות ארגון – רמת התא, רמת הפרטים, האוכלוסיות ואפיו רמת המערכת האקולוגית.

בין סוגי הזיהום המוכרים פחות נכללים זיהום אור וחומר רעש, המשפיעים על דפוסי פעילות תקופתיים ועל מאפיין התנהוגות הקשורות באקליה, ברביה ובריתומות ביולוגיים אצלם אצל צמחים.

רעש ויברציות: רעש הנגרם על ידי תחבורה הוא לעיתים קרובות רעש רצוף ומתרחש, אך משתנה בהתאם לטיפוסי כביש ולשעה ביממה. מפלסי הרעש הנגרמים על ידי כל הרכבמושפעים בעיקר מכמה גורמים: מאפיין התנוצה (נפח התנוצה), הרכב התנוצה-סוג כל הרכב, מהירות הרכבה, אופי הזרימה), מאפייניהם של תכונות שטח הפנים של הכביש ופרופיל הדרך הקשור בטופוגרפיה) ואופי הצומח הסמוך לכביש. מאפיינים של מסלע וקרקע משפיעים על מידת התפשטות הויברציות ועל אופן התפשטות שלהן. רעים מכך מושג מהיר יכולם להתפשט למרחק מאות מטרים ולהשפיע במיוחד על בעלי חיים המקיימים תקשורת קולית. כל העורבים על תפרי התפשטות בגורים יכולם להשמע קול רעש חזק ופתאומי. יש מינים של בעלי חיים שנמנעים מازוריים שיש בהם הפרעות רעש (בהולנד, למשל, תועדה ירידת צפיפות ציפורים באזורי שביהם הרעש מה坦וצה עלה על 50 דצלבל (dBa), בעוד ציפורים אחרים אף למכות רעש של 40 דצלבל). קיימים מינים

צפיפותם אינה משתנה באזוריים שיש בהם הפרעות רעש, אבל הצלחת הרבייה שלהם נמוכה יותר.

ישראל נושא אמנה הנחייב בדבר הקriterיונים לרעש שיחולו על כבישים ביןעירוניים, בדבר השיטות למדידות ולחיזוי רעש מתנוצה כל רכב, ובדבר תכנון האמצעים להפחיתה ורעש בהתאם לשלי התכנון, אך קriterיונים אלה נוגעים לרוב לפגיעה מפלסי הרעש באוכלוסייה האנושית והחייה בסמוך לכביש. אחד האמצעים המתאימים להפחיתה ורעש בשטחים פתוחים ונגישים הוא שימוש ב"אספלט שקט". לעומת זאת, הקמת מיגונים אקוסטיים עלולה להחמיר ולהחריף את בעית הקיטוע (עוד על קר ואו בסעיף 7.4.4).

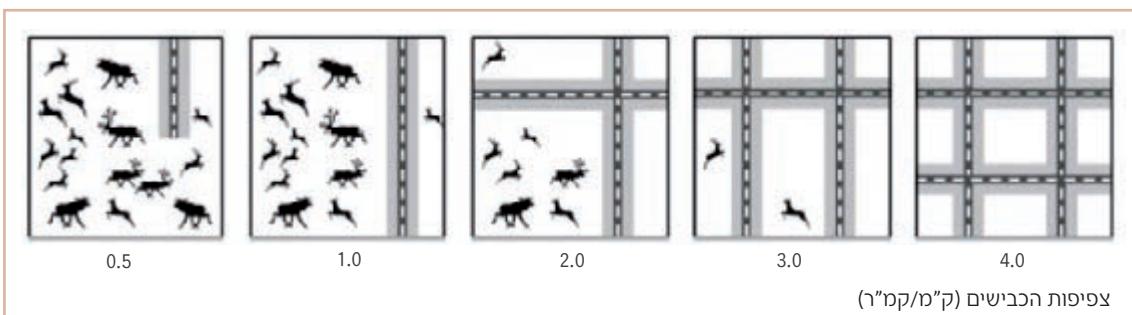
הפרעות מתוארות והפרעות ויזואליות אחרות: תאוורת מלאכותית עלולה להשפיע על בקרת הצמיחה בצמחים ועל התנהוגותם של דו-חיים לילים, ולהפריע לרבייה ולהתנהוגות שיחור מזון בעופות. תאוורת יכולה גם למשוך חרקים ומיתר קר להגביר את הצפיפות המקומית של עטלפי חרקים לאורך כבישים ולהגבר את תמותת העטלפים. תנوعת כל רכב נחשבת כגורם המוביל לפעולות של מני בעל חיים רגשים (על מבחן התנהוגות ראו בסעיף 3.3.2).

ההפרעות מהכביש יכולות להשפיע על בעלי החיים באופן התנהוגתי ו/או כמותי.

תגובהות התנהוגות של בעלי החיים כוללות: (א) הימנעות קבועה הקשורה בהפרעות הסידרות והקבועות מהתחבורה בכביש; (ב) הימנעות המושפעת באופן ישיר מהפרעות בדידות, לא סידרות ובلتוי צפויות. ההשפעה הכתומית יכולה להיות ירידת בגודל האוכלוסייה או בצפיפות הפרטים המתביבים בbatis הניגוד הסמוכים לכביש. אם די בשינוי בדפוס פיזור מרחביה זה כדי להגדיל תנוצה של פרטיהם החוצים כבישים אדי אוכלוסיות יכולת להפוך מבודדות, וסיכוייהן לשרוד לאורך זמן פוחתים.

3.3.5 תפוקדים אקולוגיים של שולי כבישים

מערכות האקולוגי של שולי תשתיות התחבורה הוא עניין שני במחולקת: שולים יכולים להיות בתו גידול חשובים למינים מסוימים של בעלי חיים, אך יכולים גם להוביל בעלי חיים למקום מוגן שבחם סכנת התמוטטה גבוהה או לסיע בתפוצתם של מינים פולשים (בעיקר מיני צמחים פולשים). שולים יכולים גם לשמש רשות של מסדרונות אקולוגיים המסיעים לתנועה של מינים מסוימים, במיוחד בנופים חקלאיים. תפוקה שולי הכבישים תלוי במיקומם הגאוגרפי, בצווחה בהםם ובסבירתם, בbatis הניגוד הסמוכים, במרקם וב貌וי התשתית. באירופה, למשל, תפוקדים של שולי דרכי שנחקרו וחיוביים דוחחו יותר בצרפת, ותפקודים שנחקרו בעיתים דוחחו יותר בגרמניה.



איור 10.3: שינויים בחלוקת היחסית של שולי כבישים במרחב: עליה בצפיפות הכבישים ליחידת שטח מגדילה הן את החלק היחסית של שולי בתו גידול והן את שטח שולי הכבישים (הקוויים האפורים) באותו המרחב. הכתמים הנוגדים יהפכו קטנים ומבודדים מדי מכדי לאפשר לאוכלוסיות להתקיים. הסף הקרטוי להישרדות אוכלוסייה הוא תלוי-מין, אך תלוי גם במאפייני הנוף והתשתיות. (EU)

בנית כבישים נוספים יכולה להגדיל במרקם את החלק היחסית של שולי בית גידול ושל שולי כבישים (דוגמיה סכמטית ראו באIOR 3.10): אזוריו השוליים הם אזוריו מגע בין שטחים שונים בהם תנאים שונים, והם גם התוחם שנתון להפרעה הגדולה יותר בכל בית גידול שהוא. מצב זה יכולם להפיק תועלת מינים המעדיפים את אזוריו השוליים של בית הגידול, אך הדבר יכול לפגוע במינים המעדיפים את אזוריו הלבבה המופרעים פחות, למשל בבית גידול של חורש או יער (ראו גם באIOR 3.2 לעיל). מינים מסוימים שנמצאים אחורית האדם לצרכים כמו אספקת מזון ורבייה מוגברת (בעיקר מינים מתריצים כדוגמת עורבים, תנינאים או שועלים) עשויים להפיק תועלת מבעלי חיים דרושים ומשייר מזון מזדמינים בכביש ובשוליו, ומהם אף יכולים لكنן באתרים כעומדי תaura ולהרחיב את תפוצתם (ראו גם בסעיף 7.5.3).

בחינת הדינמיקה של אוכלוסיות, מסדרונות הכבישים יכולים להיות: (א) **בית גידול לאוכלוסיות** של מיני צמחים וב בעלי חיים שיש חשיבות בשימוריהם, וחשובותם גדולה במיוחד במקרים אחרים שנוטרו מבית גידול ייחודי; (ב) **מקור (source)** להתרשות לשטחים אחרים אם האוכלוסיות של אורכם חיוניות ומשגשות; (ג) **מבלע (sink)** אם האוכלוסיות של אורכם חוות שיעורי תמותה גבוהים במיוחד מלבדם; (ד) **חץ המפריע לתנועת בעלי חיים וחסם מסדרונות אקולוגיים**, (ה) **מסדרון תנועה אורךי** המקשר בין אוכלוסיות בכתמי מרווחים ומובדים.

בנוסף, בארצות הים-תיכוניות של שולי דרכים יכולים להיות גם מקור עיקרי לשירות עיר. למשל, ארבע משרפות העיר בשנות 2000 ייחסו לשירות שחלו בצד דרכים (לעתים מבדלי SIGROT), ורק מעט פחות לשירות שחלו בשולי מסילות ברזל. התוצאות לגבי שינוי האקלים העולמי צפויות עליה בהסתברות להופעת תנאי קיצון של יובש ושל טמפרטורת גאות ומטורך עליה בסתרבות שריפות גדולות שהשפעתן על בית הגידול דרמטית. הנתונים בישראל תואמים את המגמה העולמית המצביעת על עלייה במספר שריפות העיר, בעוצמתן, בתדירותן וביקף השטחים הפגעים.

תקוד שולי דרכים בית גידול: רשימות המינים שתועדו בשולי דרכים במדיניות שרמת העיר בהן גבואה מצביות על הפטונציאלי שבשלו דרכים לשמש בית גידול למגוון מינים של צמחים ושל בעלי חיים. באמצעות ממתק זהיר ומוקפד יכולים שולי התשתיות להשלים ולהעשיר נופים שבהם כובית הצומח הטבעי נעלם (או מסגרת). מצב זה יתכן, למשל, כתוצאה מהתיקות בה חקלאות אינטנסיבית או בשולי אזורים מיושבים, לעיתים דוקא מפני שנמנעה גישה של בני אדם אל שולי הדרך או מפני פעילות אינטנסיבית אחרת של האדם במרחב מהם הופסקה. הדבר יכול להתbeta בעשור גדול יותר של מיני צמחים עשבוניים, של מיני חסרי חוליות ושל חרקים לצד הכביש. לעיתים גם דפוס הנקודות של מיני ציפורים ומכרסמים שם יהיה שונה מאשר מזה שבשטחים הסמוכים, ובשל כל אלה – יתכו גם הבדלים בתהליכי האקולוגיים המתקיימים בשולי הדרכים.

אם מינים מצלחים לשרוד בשולי דרכים יותר מאשר בבית גידול סמכים, בית גידול אלה יכולים להיות **מקור להפצתם בשטחים נוספים**. יש מני בעלי חיים (למשל מיני נחשים) שבל מגוון סיבות נמשכים לצד דרכים (מסדרונות תנועה) ואפילו לפני השטח של הכביש, אך לעיתים קרבות סיבת המשיכה היא תנאים בבית הגידול הסמוכים לכביש (שטחי מחיה או קינון) או מזון שנמצא בשולי.

עם זאת, יש לזכור כי שוליים אינם יכולים להחליף במלואם בית גידול טבעי טبויים בשל השפעות הדוחם והפרעות אחרות. לכן הרכיב המינים בחברות הצומח לצד דרכים מוטה לעיתים קרובות לטובות שיורו גבואה של מינים רודרליים או לא מקומיים, ומהווה ערוץ מרכזי בהתרשות של מיני צומח פולשים (AIOR 3.11). שולים רחבים שאינם דומים באופיים לבית הגידול הסובב (כמו צומח שעמוני בשוליים לעומת צומח מעוצה בנוף מיוער) יכולים **להגביר את אפקט החץ של הכבישים ואת הבידוד של בית הגידול אלה** מלה מאלה.

שולי דרכים כשתחים המסייעים לטיפוח המגון הביולוגי

במדיניות או באזוריים שבהם מ羅בים השטחים העירוניים, שולי דרכים יכולים להיות בית גידול חשוב. בהולנד תועד לצד דרכים 967 מיני צמחים (למעלה מממוצע המינים שתועדו במדינה). ננו עטם לא רק מינים שכחיהם אלא גם מינים נפוצים פחותים ואף נדירים. 160 מינים נדירים (המייצגים 10% מכלל המינים בהולנד) נמצאים בעיקר בשולי דרכים. שטחים שעשוניים שפוריותם בגיןית או נמוכה נדרים למדדי היצור האנטנסיבי, ושולי הדרכים הם מקום מפלט למינים שזקוקים בבית גידול זהה. הממשק של שולי דרכים במדינה זו שונה – מממשק של מדשות שהייתה נהוגה בה בשנות ה-50 וה-60 של המאה ה-20 למשק של כיסוי צומח רק פעם או פעמיים בשנה. התוצאה שהתקבלה היא שולים צבעוניים ומגוונים יותר מהוהוים בבית גידול גם לכמה מיני הפרפרים במדינה (כ-80 מינים). מוערך שאך כמה ממינים הפרפרים המצויים בסכנת הכחדה בהולנד יכולים לשרוד ולהתקיים בשולי הדרכים.

תהליך השיקום הנוגוי בפרקטים של כבישים כולל כוים במרקם ריבים שמירה של שכבת הקרקע העליונה ובנה מאגר מייצג של צמחית האזור צדעים וכגיאופיטים, ופיורה בשלב השיקום הנוגויcadmat chifpo על פני הטופוגרפיה החדשה בשולי הכביש. במרבית המקדים אין הדבר כרוך בלבד ממשקי נסוף התוקף לאחר מכך במגוון הצומח המקומי.

תהליך השיקום הנוגוי בקטע 18 של כבישים ישראלי ברמת מנשה כלל במרקם מקטעים מסוימים בשולי הכביש שילוב בין שני מרכיבים: (א) פיזור אדמת חיפוי ושתילת מבקצים של עשבוניים ובני-שנים להאצת תהליך השיקום בתחום מוגדר לצד הכביש- (ב) ליוי ממתק מוקפד שככל מונעת הפרעה, הסרת צמחים פולשניים ורודראליים והימנעות מריסוסים. המטרה הייתה ליצור מעין "শমুরত সুবৃ" אורכיות, כיוון שהתחום נגע נגיעה של אדם ושל בקר הרעה בשטחים הסמוכים. ניתוח צומח מתמשך הצביע על התבססות מגוון עשיר של צמחים בשטחים המשוקמים, לרבות צמחים אטרקטיביים. כמו כן, באדמת החיפוי שפורה גדל מינים חד-שנתיים רבים בשטח הטבעי, דבר שתרם להגדלת המגון הביולוגי במרקם.



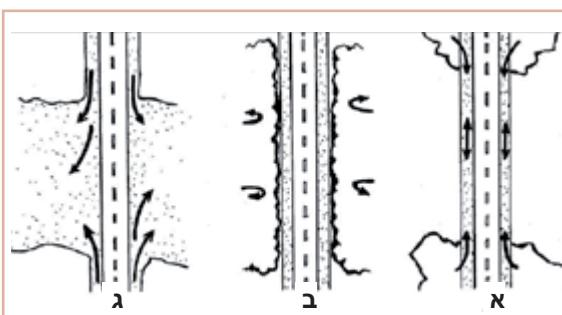
איור 3.11: שולי הדריכים כנתיב התפשטות של מינים פולשים: שולי הדריכים הם אזור מופר שלאורכו מוצאת לעתים קרובות התפשטות של מיני צמחים פולשים גם אם לא ניטעו שם במקורו. בישראל מטופחים לאורך מסדרונות תחבורת מיני צמחים פולשים אחדים (כגון שיטה של חלחלה, טיוונית החולות, אילנית בלוטית, פרקינסוניה שכינתי, אדרמת מצהה, טבק השיח ומיני קייזת). בתמונה – שיטה של חלחלה בפריחה בשולו כביש 1 בעלייה לירושלים משער הגיא. (צלום: תמר אחירון-פרומקין)

במשך תקופת הרבייה והבשלה הזרעים; וצמצום השיכוך בכימייקלים לבקרה של מינים עשבוניים ומיני חרקים. ממושך אקוּלוגו של צדי הדריכים יכול לגדיל באופן מקומי את המוגון הביוֹלגי, אך ללא תכנון זה הוא עלול להגביר את התאונות עם כל רכב או להוות מלכודת למינים מסוימים, ולכן על התקנון להיות רגיש לנسبות המקומיות.

תפקוד שולי דרכים כמסדרון אקוּלוגו: שולי כבישים ושולוי מסילות ברזל יכולים לפקד כמסדרונות תנואה לבני חיים כאשר הם מוגברים את תנועת בעלי החיים **לאורך** ציר התשתיות. לפקוד זה של השולויים יש השפעות חיוביות ושליליות (איור 3.12).

היבט החיוֹבי הובחן בעיקר עבור יונקים קטנים ועבורי חרקים ושולוי דרכים נחשבים בראשות הקישוריות האקוּלוגית באירופה, ואולם מסדרונות מוביילים בעלי חיים (כמו שעולים, דרבנים וחוחלים) גם לאזורי עירוניים. בשתחים מיוערים יכולים שולויים רחבים וביהם צומח שנגדם לצמצם את כמות התאונות בין יונקים גדולים לבין כלי רכב, שכן הם מוגברים את טווח הראותם הנשנה של בעלי החיים והן של הנגמים.

היבט השלילי של השולויים כמסדרון אקוּלוגו נוגע למיני צמחים פולשים או עשבים רעים (מינים מקומיים שנחשבים מפגע) שיכולים להתפשט לאורך מסדרונות תחבורה בשל תנועת האויר שיוצרים כל הרכב או בשל הפצת הזרעים על פני הרכב ובתוכם. הדוגמאות של מיני צמחים פולשים כמו טיוונית החולות ושיטה של חלחלה בישראל, מין רודודנדرون



איור 3.12: **תפקוד שולי דרכים כמסדרונות אקוּלוגיים בנופים שונים:**
(א) בbatis גידול חקלאים, פתוחים, הצומח בצד דרכים יכול לספק מסדרון תנואה חשוב ובית גידול לבני חיים, בעיקר לבני חיים קטנים; (ב) בbatis גידול טבעיים יותר שולי דרכים פתוחים או בעלי צומח עשבוני מהווים שולויים נוספים בנוף, יכולים להגביר את אפקט החיז של כבישים למינים של חורש ויער, אבל הם גם להגדיל את המסדרון האקוּלוגי או לספק בית גידול נוסף למינים אחרים; (ג) שולי דרכים יכולים לשמש מוקוֹר של מינים המתפשטים לבתי גידול חדשים או מיישבים מחדש בתגי גידול טבעיים (למשל לאחר שרפה), אבל הם יכולים לסייע גם להתפשטותם של מינים פולשים לא רצויים החודרים לבתי גידול טבעיים או להתפשטות של טורפים לבתי גידול שלא היו בהם קודם לכן. (EU)

כאמור, לאופי המשתק בשולי הדריכים יש השפעה גדולה על ערכם של השולויים כבתי גידול. פעולות משתק המשפיעות על המוגון הביולוגי בשולי הדריכים כוללות ריסוס במעכבי צמיחה או בחומרו הדברה, גיזום עצים ושיחים, CISOC צומח עשבוני, נקיי תעלות הניקוז ומושק מעבורי המים, המנהרות, הגדרות, המעברים לבני החיים ואמצעים אחרים.

העקרונות של מושק אקוּלוגו של שולי דרכים, המעודד שימור של מגוון המינים המקומיי הטבעי והתבססותו, כוללים: הקפדה על מועד גיזום וESISOC צומח עשבוני; כדי לחזות מהלך טבעי בפניו אחריו ובתה עשבוניים; נתיחה של צומח מעוצה מקומי (שיחים ועצים) והימנעות משתילה של מינים זרים או פולשים; הסרה של מיני צומח האופייניים לבתי גידול מופרים (כמו ברקנים וגדרלים, מיני חלמיטיים וחדרלים) ומינים פולשים כדי לאפשר ליותר מיני הצומח האופייניים לאזרור להתבסס בשולי הדריכים; מזעור ההפרעה למיני צומח אחרים במשך תקופת הרבייה והבשלה הזרעים; וצמצום השיכוך בכימייקלים לבקרה של מינים עשבוניים ומיני חרקים. ממושך אקוּלוגו של צדי הדריכים יכול לגדיל באופן מקומי את המוגון הביוֹלגי, אך ללא תכנון זה הוא עלול להגביר את התאונות עם כל רכב או להוות מלכודת למינים מסוימים, ולכן על התקנון להיות רגיש לנسبות המקומיות.

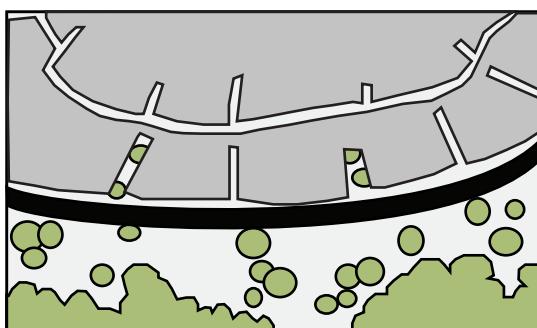
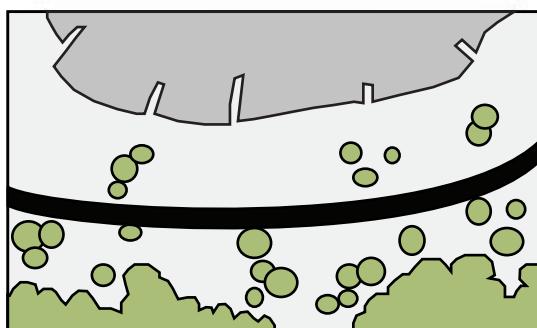
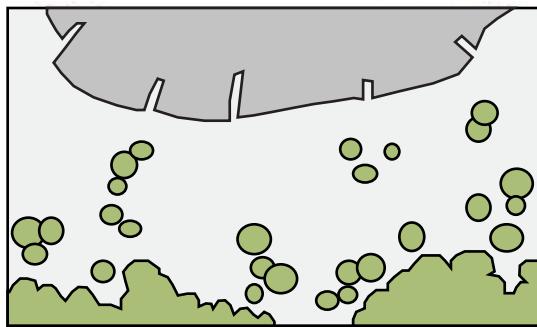
תפקוד שולי דרכים כמסדרון אקוּלוגו: שולי כבישים ושולוי מסילות ברזל יכולים לפקד כמסדרונות תנואה לבני חיים כאשר הם מוגברים את תנועת בעלי החיים **לאורך** ציר התשתיות. לפקוד זה של השולויים יש השפעות חיוביות ושליליות (איור 3.12).

בבריטניה או מין סבון בספרד (הפרש חומרים הרעלים לבקר), וכן של מיני עופות פולשים כמו מאינה הודית (המקננת על עמודים) – כל אלה מספקים עדויות לדרכים שבahn יכולים מינים פולשים להתפשט במהירות על פני שטחים גאוגרפיים נרחבים בעדרת תשויות תחבורה. בסקירה על מיני צמחים פולשים בישראל נמצא כי הגורמים העיקריים שהביאו לפליישת הצמחים הזרים הם שניים: פעילותות אדם שתרמו להגעת המינים לישראל ודפוסי פיתוח של המרחב שיצרו הזדמנויות למינים הזרים לפולש ולהתבסס בשטחים טבעיות ובעיקר בשטחים מופרעים (בון הפעילות המשמעותית נתן למן קיטוע בשטחים פתוחים, ריבוי תשויות ודריכים שיוצרות בקרבתן בתים גידול מופרים וערירים בלהבות ובנקון, ועובדות עפר ופיתוח המפרות את פני הקרקע והצומח הטבעי). תהליך התבססות של מינים פולשים והתפשטותם נחשב כיוון לאחת הסכנות החשובות ביותר האורבות למוגון הביולוגי והוא כוהסיבות העיקריות להכחידת מינים בעולם.

שולוי כבישים ושולוי מסילות ברזל יכולים לפקד גם כמסדרונות אקוּלוגיים המוגברים תנואה של מינים לא

רצויים של בעלי חיים בנוף (למשל טורפים) למקומות שהם היו פחות נפוצים בהם קודם לכן או למקומות שהנגישות אליהם הייתה קשה יותר עבורה קודם לכן. במקרה זה גברת הסכנה למיני הטרפם שלהם יש לזכור כי לשולי דרכים אין ערך זהה לזה של מסדרונות אקולוגיים של שטחים פתוחים טבעיות, וכיון שתנאי בית הגידול בשולי הדרכים לרוב אינם אחידים לאורן מרחקים גדולים, ואיכותם יכולה להשתנות במידה רבה (כבייה גידול קויו שיש לו "אפקטי שלטים" רבים למשל). כמו כן, כבישים חוצים לעיתים קרובות תשתיות אחרות ותונעה לאורכם עלולה להוביל בעלי חיים למחלפים שבהם סכנות ההיפגעות גבוהה ביותר.

3.4 השפעות אקולוגיות עיקיפות



איור 3.13: תהליך של "פריבור צוחל": מצב של שטח פתוח שבשוליו יש שטח בניו (הכתם האפור באיר למטה), בנייה של כביש במרקם מסוים מהשיטה הבניו (באמצע) עלולה להוביל לבניו נוספת בשטח הפתוח שנכלה על ידי הכביש ולאבדן נוספת של שטחים פתוחים (למטה).

השפעות אקולוגיות עיקיפות של תשתיות התחרורה כוללות שינויים בנוף וכן דפוסים של פיתוח עירוני או תעשייתי שנגרכו בשל פיתוח תשתיות אלה. לעיתים קרובות סלילתו של כביש אזרחי גוררת בעקבותיה פיתוח נסף, כרסום נוסף בשטחים פתוחים והגברת קיטועם – בנייה של ישובים חדשים, של שכונות חדשות ושל כבישי גישה מקומיים ("פריבור צוחל", רואו איור 3.13). השפעות משנהו אלה אין בתחום אחריותו היישירה של מגזר התחרורה, אך חשוב שיבאו בחשבון חלק מהשיקולים של רשות התכנון הן במהלך התכנון המתארוי והן בהכנות תסקיי ההשפעה על הסביבה.

באזורים שבהם פיתוח לינאיו נוסף לאור צירי תחבורה הוא אiom עיקרי לבתי גידול ולסטרטגיות לשימורה על מנת בסכינה, יתכן שיש צורך לנקט אמצעים ל"השקטת התנועה" (traffic calming) ואך לביטול כבישים (road decommissioning). עוד בעניין זה רואו בסעיף 7.5.

חשוב להזכיר כאן שוב כי ההשפעות של פעילות האדם אין בדידות, אלא מצטרפות למערך של השפעתו הכוללת יכולה להיות מרובה מההשפעה הנפרדת של כל אחד ממרכיביו. אחד האיומים המשניים העיקריים הקשורים בפיתוח תשתיות הוא הגברת הנגישות של האדם לבתי גידול שלא היו נגישים כל כך אל מולו כך, וההפרעות שנגרמות בשל כך לאותם בתים גידול מפעליותיו, בעיקר פעילויות פנאי, ציד וליקוט. מפרטים מסוימים של תכנון מפורט אינם כוללים מכון אזרחי חנייה, אזרחי עצירה או נקודות תצפית, וזאת כדי למנוע את ההפרעות לבתי גידול ונגישים כמו בתים גידול לחים חופיים החשובים לעופות מים. לאחר שפיתוח התשתיות נעשה, קשה מאוד להגביל את הגישה לשטחים סמוכים גם אם הם במקומות גבוהה לשימוש, וכך עד בשלב התכנון חשוב לבדוק תכניות לממשק הגישה, ולישמן במקביל לפיתוח מכלול ההשפעות והעקות הנובעות מפעילויות האדם בטבע, ולא להתייחס רק להשפעות הכבישים.

המחקר שבחן השפעה של רשתות כבישים ברמת הנוף וברמה האזוריית נמצא עדין בראשיתו. מחקר של תהליכי אקולוגיה בקנה מידה גדול שיר寥 בתחום אקולוגיה של נוף (Landscape ecology), תחום צער יחסית שלו שיטות, טכניקות ויישומים חדשים המפתחים במהירות.

בבחינת תכניות לתשתיות פרטניות חשוב שלא להתמקדך רק בהשפעות התכנית בתחוםי "הקו הכחול" וסביבותיו (גבولات תחום התכנון), אלא להביא בחשבון את ההקשר המרחבי הגדל יותר, כיון שלתהליכי מרחביים אלה צפויות להיות השפעות ניכרות על הטבע. עם זאת, אם נדרש מידע אמפירי שענינו השפעות של קיטוע שנגרם על ידי תשתיות תחבורה, איסוף מידע זה בקנה מידה גדול ולאורך זמן הוא קשה ומצריך משאבים כספיים מוגבלים. כדי לבדוק את הקונפליקטים בין האינטרסים של שמירת הטבע לבין פיתוח תשתיות תחבורה נעשה כו�ן שימוש גובר בכליים חדשים כmodo סימולציות מחשב ומודלים מרחביים, אלה יכולים לשיער בשיפור הקriticironים לפיתוח ולהכנן תשתיות. מידע נופי באמצעותו ניתן המשולב בניותם במערכת מידע גאוגרפי (ממ"ג GIS) הם כלים חשובים המסייעים למקם כבישים בנוף ולמחער את ההשפעות השליליות של קיטוע בתים גידול. האתגר העומד בפני החוקרים האקולוגיים הוא לשכל ולשפר את יכולת החיזוי של ההשפעות של תשתיות תחבורה על פרטיהם ועל אוכלוסיות ברמת האתר, ברמה המקומית וברמה האזוריית.



צילום: תמר אחרון-פרומקין

4

.4. הגישה: פיתוח פתרונות משולבים

- | | |
|---|-----|
| הגישה להתמודדות עם איום הקיטוע | 4.1 |
| החשיבות בראייה תכנית מוקדמת למניעת הקיטוע של בתוי גידול | 4.2 |
| פתרונות משולבים | 4.3 |
| החשיבות בראייה תכנית מערכתי | 4.4 |
| החשיבות בראייה תכנית לטוח ארון | 4.5 |

4

בפרק זה מוצגת בקווים כלליים הגישה המשולבת (אינטרגרטיבית) שמטורחה למזער קיטוע בתו גידול שנגרם על ידי תשתיות תחבורה ולמתן את השפעותיו. עד על הגישה בפרקם הבאים.

תחיליה מוצג סדר העדיפות לטיפול בסוגיות הקיטוע – הימנעות, מיתון השפעות ופיזי אקולגי. בהמשך הפרק מודגשת חשיבותם של שלושה עקרונות: (א) התיחסות ליבטים של קיטוע מוקדם ככל האפשר בתהליך התכנון; (ב) אפשרות השימוש בתסוקו ההשפעה על הסביבה ככלי מרכזי בתכנון; (ג) התיחסות מערכית ליבטים של הקיטוע, הכוללת גם ראייה תכנונית בקנה מידה נרחב ולטוח זמן ארוך.

4.1 הגישה להתמודדות עם איום הקיטוע

הגישה המוצגת במדריך זה מותארת התנהלות מיטבית (אופטימלית) בתכנון תשתיות תחבורה חדשות או בשדרוג תשתיות קיימות בנוגע לקיטוע בתו גידול. לפי גישה זו, כדי להתמודד בצורה טובה עם איום הקיטוע יש לאמץ את העקרונות הללו, בסדר העדיפות שלמטה:

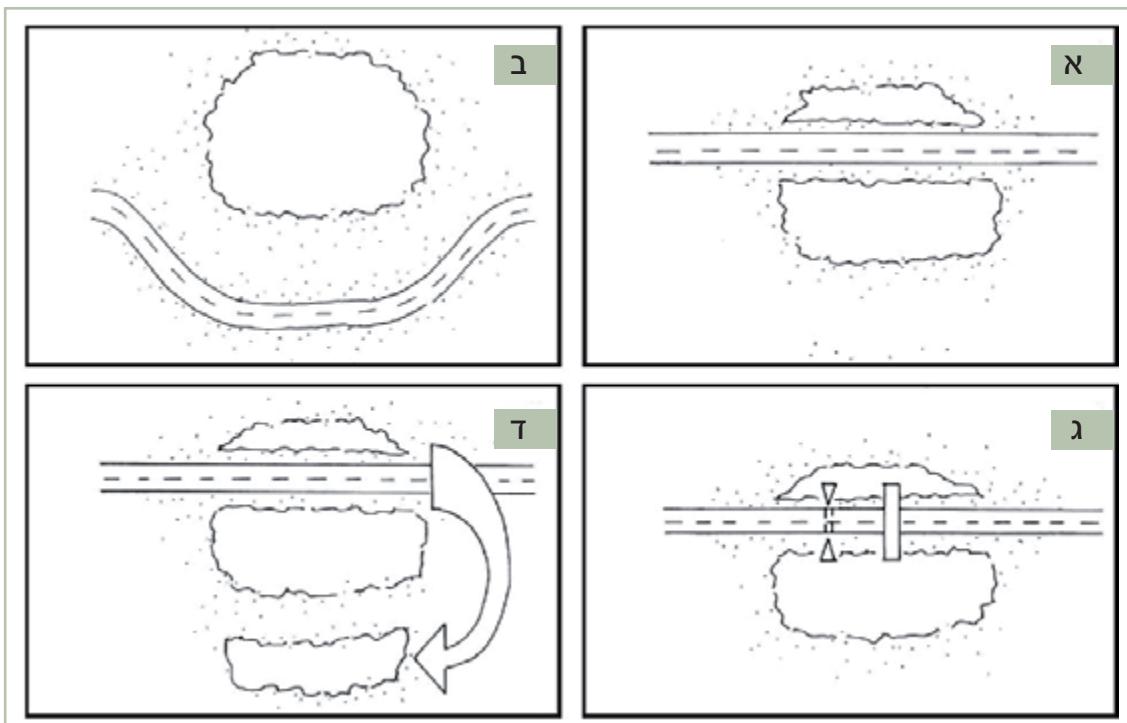
פיזי אקולגי

מיתון השפעות

הימנעות

4

הגישה מבוססת על העיקרון של פיפוי מניעת הנזק טוביה יותר מהניסיונו לתנקן, וכך היא מעודדת לחת עדיפות ראשונית להימנעות מההשפעות השליליות של הקיטוע (ראו פירוט בפרק 3). כאשר אפשר להימנע מkitוע, יש לתכנן אמצעים למיתון השפעותיו השליליות חלק בלתי נפרד ממהלך התכנון הכללי. לבסוף, אם לא די באמצעים למיתון השפעות או אם נותרו השפעות לוואי ניכרות, רק במקרים כאלה יש לשקל כמוצה אחרון שימוש באמצעים לפיזי אקולגי.



איור 4.1: עקרונות להתמודדות עם קיטוע בתו גידול: (א) קיטוע, (ב) הימנעות, (ג) מיתון השפעות, (ד) פיזי אקולגי. (EU)

עקרונות אלה, המפורטים להלן בסעיפים 4.1.4-4.1.1, אמורים מתייחסים בעיקר למזהר התכנון של כבישים חדשים, אך חשוב לישם גם בבאונו לבחון תחזקה, שיפוץ ושדרוג של כבישים קיימים, במיוחד אם נבדקת האפשרות להתויה שונאה של מקטעים מסוימים בכביש, וכן בבאונו לבחון את השימוש במבנים ההנדסיים ואת הקשר שבין הקיטוע הנגרם מהתשתית התחבורה לבין דוגמאות אחרות. איור 4.1 מציג בקווים כלליים קיטוע כתר של בית גידול על ידי כביש (איור 4.1א'), הימנעות מKitוע הכתם על ידי שינוי התוואי (איור 4.1ב'), שימוש באמצעים למיתון השפעות השליליות של הקיטוע (איור 4.1ג') ושיכוש באמצעות פיזי אקולגי (איור 4.1ד').

במערכת זו של בדיקה ובבלת החלטות, שתיים מושאלות המפתח שעלינו לשאול הן: (א) מותי נדרשים אמצעים למיתון ההשפעות של הקיטוע, וב(ב) מהם הקритריון להצלחתם. כדי להסביר על השאלה על מותני התשתיות להתובן אל

מצבר לגבולותיו הרגילים של מסדרון התchapורה שהוגדר לפרויקט ולבחן הן את הפיתוח של כלל רשות התשתיות והן את עניין שימושי הקרקע בקנה מידה מרחבי גדול יותר, לרבות אסטרטגיות של תכנון אזרחי ולאומי. בכך החקק תכנון האמצעים בתוך מסדרון התchapורה חשוב לכלול בדיקה של שימושי הקרקע הסמכוכים לתשתיות ושל הפיתוח המתוכנן לעתיד במורחב כולל ולא רק בסמיכות לתוואי עצמו, כיוון ששימושים אלה יכולים לצמצם במידה רבה את ייעילות האמצעים למיתון או לפיצוי.

4.1.1 שלב התכנון המקדמי: תהליכי ליזהו אזרחים רגשים לקיוטו

בשלב התכנון הראשוני ב检查ה סביבתית הבודקת גם היבטים אקולוגיים של קיטוע בתיל גידול מסיימת:

- (א) להזות אינטרסים ומגבלות סביבתיים במרחב התכנון כדי שיהיה ניתן לקבוע מה הן סוגיות שמירת הטבע הרלוונטיות לפיקט; (ב) להזות שטחים חשובים לשימור שיש להימנע מלחצותם על ידי תוואי התשתיות, (ג) מתוך אלה בcheckה צזו

המסגרת הסטטוטורית והגנה על המגון הביולוגי

מידניות התכנון של דרכים

בישראל יש מסגרות סטטוטוריות ארציות שבאמצעותן מתוכנות דרכים בין-עירוניות (חט"א 3, תכנית המתאר הארץ לדרכים, משנת 1976) ומוסילות ברזל (חט"א 23, תכנית המתאר הארץ למוסילות ברזל, משנת 1986). בשתי תכניות המתאר הללו הוכנסו מאז אישוש התחלתי שניים רבים המתייחסים לפחותם בגורפי מסוימים, וכן הוכנסו בהן בהדרגה התייחסויות בתחום הסביבתי, הנוגעת למניעת מפגעים ולנקיטת אמצעים להפחחתם, ובهم דרישת למסקו השפעה על הסביבה.

שינויים מוצעים לחט"א 3 או לחט"א 23 מוגשים לעודת היום של התמ"א ולאחר מכן לאישור המועצה הארץית לתכנון ולבנייה. בין ועדות המשנה של המועצה הארץית נכללת הוועדה המשותפת לתחבורה לתקניות המתאר הדרכים ולמוסילות, שתפקידה ליצור אינטגרציה בין מערךות התchapורה היבשתיות. בכל הגופים הללו יש נזנות של המשרד להננת הסביבה, המקיים בקרה סביבתית על השינויים המוצעים. בקשרו כוללת בדיקה הנוגעת למידת ההגנה על שטחים פתוחים ועל מרכיבי המגון הביולוגי – מערכות אקולוגיות, בתיל גידול ומיני צמחים ובעלי חיים.

מידניות משרד התchapורה כוון מוכנות לצמצום מרכיבי של הקמת כבישים חדשים ולשדרוג היישנים תוך הותרת שטחים פתוחים תפוקדים. הדגש מכוון ליצירת אינטגרציה בתכנון ובביצוע בין כל מערכות התchapורה והפי, ובמיוחד לאיחוד תכנון תchapורתית של הכבישים ומוסילות הברזל. דגש זה בא לידי ביטוי בתכנית האב הארץית המושלבת לchapורה יבשתית – מידניות פיתוחchapורה היבשתית בישראל (עדכן משנת 2008) ובתכנית "נתבי ישראל" שאושרה על ידי הממשלה בפברואר 2010.

ההילן התaskell בישראל נקבע במסגרת חוק התchapורה והבנייה על תיקוני, וככלל בו, בהתייחסות לנפרדות, כללים ברורים והוראות מיוחדות לסוגי תכניות מסוימים, בהם תכניות לדריכים ותכניות לתשתיות לאומיות. תיקון מס' 37 לחוק התchapורה והבנייה (משנת 1994), ש疵רתו העיקרית היא לקרו את הליכי אישור התchapורה לכבישים ומוסילות ברזל, מפנים היבטים סביבתיים בתchapורה, משותף כבר בתחילת התהילן התchapון גורמים של הגנת הסביבה, ומאפשר בכך חיסכון בזמן. בתיקון 37 לחוקchapורה והבנייה וכן בהוראות חט"א 3 נקבעו הוראות מיוחדות להיליכי תchapון של דרכים ומוסילות ברזל, הנוגעים להילן התaskell ולמסגרת היזומות שמקצתבתן להקנת הנחיתות להקנת תסקיר והן לבדיקתchapורה. הhilן התaskell אמן שונה בפרויקטים המוכרים כתכניות לתשתיות לאומית (ובهم פרויקטים לא מוגשים כתchapון מתאר הארץ מפורטת, אך גם

במסגרת זו נדרשת הקנת תסקיר או חוות דעת סביבתית.

על מנת הגיעו הנוהga בצפון אמריקה ובארצות אחורות אירופה, שבה התaskell הוא כל ניהול סביבתי לכל אורך חי הפרויקט, הרי שהhilן התaskell הנוהga בישראל נגע בעיקר לשילב גיבוש התchapורה והכנתה עד לאישורה על ידי מוסד התchapורה, עם זאת, במקרים מסוימים – כגון בתוכנית חט"א 31/א לככיש 6 (ככיש חזקה ישראל) – ממשיך hilן התaskell גם בשלבchapורה המפורט באמצעות צוות מלאה שאמון על ליוויchapון המפורט, על השלמת כל פרקי התaskell ועל בקרת הביצוע בזמן הקמה והפעול. בתכניות הנדונות בוועדה לתשתיות לאומיות (ות"ל) hilן התaskell מתחנה עד לאישור הסטטוטור. לאחריו צוות מ鏘טי מטהל בליווי ובאישורchapורה המפורט ביצועו. מצב זה קיים לעיתים גם בפרויקטים רגילים הנדונים בוועדה מחוזית. חשוב לציין כי במסגרת הרפורמה צפויים שינויים בהגדרת המבנה והhilן התaskell של פרויקטי תשתיות.

הגנה על מרכיבי המגון הביולוגי

הגנה סטטוטורית על שטחים פתוחים, על ערבי טבע, על מערכות אקולוגיות ועל המגון הביולוגי שביהם נעשית באמצעות תכניות מתאר ארציות והוראותיהן בשמרות טבע, בגין לאמיות ובשמורות נוף (חט"א 8), בשמורות יער ובשתיי יער וייעור הנכללים בתמ"א 22, ובנכילים (חט"א 34/ב/3). מסגרות סטטוטוריות נספות עוסקות הן באופן ישיר והן באופן עקיף בהגנה על שטחים פתוחים ועל ערבי טבע שביהם, כך למשל חט"א 12 (תירות), כולל הגנה על נופים של מרחבים פתוחים חמוצים לפעולות תיירותית, חט"א 13 (חופיים, כולל התיחסות לשימור שטחים לאורח החוף) וכן הגדרת המורקים המונגנת בסיסה של חט"א 35 (גישה כללית למורקים).

בנוסף, הגנה בחוק ניתנת גם למינים ולבוגצות של בעלי חיים וצמחים שהוכרזו כערבי טבע מוגנים. המינים השונים הם המרכיב העיקרי של המגון הביולוגי. מבין המינים המוגנים, המינים הראשונים הם הראוויים והרלוונטיים להחדרה בשל נדירותם. הגנה הרלוונטית לעניין הקיטוע ניתנת למיני צמחים ובעלי חיים באמצעות חוק גנים לאמיות ושמורות טבע, פקודת הערים ותיקון 89 לחוקchapורה והבנייה.

מלבד אלה חותמה מדינה ושראל על מספר אמינות בין-לאומיות, שהמוחיבות להן יכולה להביא להגנה נוספת על מינים ועל בתיל גידול. אמנת המגון הביולוגי (CBD), אמנת בון להגנה על מינים נודדים (CMS), האמנה להגנה על בתיל גידול לחים (RAMSAR), אמנת המושחת העולמית, האמנה למלחמה במידבו (UNCCD), ואמנת ברצלונה להגנה על הים התיכון, שקשורה גם להגנה על אזרחי חוף.

מסיעת להתויה ראשונית טוביה יותר של חלופות התכנון. בשלב התחלתי ביותר בתכנון יש להגדיר את אופי הבדיקה הסביבתית, את אופי ההליך הכספי ושלביותו, ואת הנחיות לתסוק (Scoping).

הקריטריונים המשמשים לצורך בניה צו המ, לדוגמה, מגן בגין הגידול למרחב בית הגידול, מרכיבי נוף חשובים, נוכחות של שטחים מוגנים סטטוטורית בשכורות טבע, בגנים לאומיים ובשתי עיר ויעור ופיזום המרחב, מגוון המינים וסטטוס השירות הטבע שלהם, נוכחות של מינים בסכנת הכחדה ("מינים אדומים"), מינים אנדרמיים או מוגנים. עוד על כל תכנון והליך הכספי ראו פרק 5, והרבה נספח לבנו גל כל תכנון ולמשאבים וכליים לשימוש בהערכת האקולוגיה ובאופן ובאיות מרוחבי של חלופות ראו פרק 6. הקריטריונים לשירות הטבע בשלב תכנון זה הם בסיס ליזוי מאפייני השטח ולהגדרת מידת הריגשות שלו, ליזוי נקודות קונפליקט בין מאפיינים טבעיות חשובים לבני החלופות המוצעות לתוארי, ולהשוואת החלופות מבחינת מידת פגיעה בשטחים שיש חשיבות בשימורם. גורמים אקולוגיים שיש לשקל בהערכת צו המ, למשל, מידת הריגשות של מיני בעלי חיים וצמחים הנמצאים למרחב לקיטוע של בגין גידול ושל אוכלוסיות, מידת נידותם, גודל תחום המניה שלהם ורגשותם להפרעות.

חשוב לעשות כל שימוש כדי לקיים מבנים אקולוגיים המושתים ומקשרים בין בית גידול ואוכלוסיות למרחב תכנון ובסביבתו (כמו למשל מסדרונות אקולוגיים בקנה מידה אזורי ומקומי). תשומת לב מיוחדת יש להעניק לנחלים ולבתי גידול אחרים, למסדרונות מיוערים, למבנים קומיים של צומח כמו משוכות או שורות עצים, ולכתר צומח טבעי ותעלות מים בתחום נוף חקלאי מעובד שכולים לעיתים להיות מקום המקלט האחרון של מינים רבים בנוף שימושי. הקרן בו הם אינטנסיביים.

4.1.2 הימנעות מקיוטוע

הימנעות מההשפעות האקולוגיות של קיטוע – על ידי דחית ההצעה להTHR תשתית תחבורה בתוארי חדש (המייצר קיטוע נסף בשטח פתוח שאין בו כוים תשתיות צו), על ידי בחרת תוארי אחר שאינו מייצר קיטוע משמעותי או על ידי שדרוג תוארי קיים – הימנעות צו יכולה לעיתים להיות הפתרון היחיד למניעת קיטוע של בית גידול ונגישים או מאויים, במיוחד במצב הקיטוע והאינו מחייבים הממצברים הקיימים במערכות אקולוגיות באזורי שונים בישראל.

הימנעות מההשפעות הקיטוע או שאיפה למצערן צרכות להיות בין השיקולים החשובים במהלך תכנון של תשתיות תחבורה חדשה, בשדרוג של נתיב תחבורה קיימים ובמהלך הטיפול בעיות הרכותם בהפעלתם. לפיכך חשוב שהבדיקות ההנדסיות של תשתיות תחבורה יתאימו אף הן בכל שלבי התכנון, כך שהתקניות יפינמו את צורכי בית הגידול והמינים האמורים. גם ברמת התכנון המפורט שבמבחן התהיליך התכנוני יכולים שינויים קטנים במפרט ההנדסי או בתכנון המפורט להניב תועלות ניכרות לשיפור הקישוריות (ראו פרק 7).



איור 4.2: התויה הנמנעת מקיוטוע בגין גידול לחיים: הדרך המהירה A1 בשוויין תוכנה על תוארי החוף הדרומי של אגם נושטאל. תוארי זה היה קופטע את האזור הנרחב ביותר של בגין הגידול הלחים במדינה. כדי להימנע מכך, נבחר תוארי חלופי, מרוחק מהאגם, המסוכן באדום בתצלום האווירי. (צילומים מיכון: EU: V. Keller)

במקרה של שדרוג תשתיות קיימת שכבר יצרה **קייטוע**, גם אם הרחבה של כביש או הוספה אלמנטים הנדסיים בו עלולה להגבר את אפקט החיצ' מסיבות שונות, הרי תהליכי תכנון השדרוג יכול להביא גם לשיפור המצב הנוכחי בהוסיפו אמצעים חדשים למיתון השפעות הקיטוע. הימנעות מקייטוע יכולה אם כן להתבטא גם בכך שלא יותן תוואי נוסף אלא ישודרג תוואי קיים שגם ייתן מענה לצורכי התחבורה וגם ימנע קיטוע נוסף.

התאמת התוואי של התשתיות כך שתימנע ח齊יה של בתים גידול רגניים (אייר 4.1.4ב', אייר 4.2), מצומצם השטח הנלכח על ידי מסדרון הכביש או מצומצם הפרטעה לבתים גידול סמכים – כל אלה הם אמצעים שיכולים להפחית במידה ניכרת את השפעות הקיטוע, אך אינם מונעים קיטוע לחליון. לכן הימנעות מקייטוע צריכה להיות העיקרונות הראשון בסדר העדיפות המימוש במהלכם של:

- שלבי התכנון המתאריו והתכנון המפורט, הבניה והתחזקה של תשתיות, ובכללן שדרוג כבישים ומוסילות קיימים ואף ביטולים ופירוקם.
- תהליכי שיתוף של בעלי עניין ואייסוף מידע לרلونטי לצורך הערכה סביבתית ראשונית, הכנת מסקר נופי-אקוולגי או קביעת ההנחיות לתסקoir השפעה על הסביבה ובמהלך הכתנת התסקoir.
- שיתוף פעולה בין רשויות, בין מוסדות ובין הארגונים הרלוונטיים המתקיים בשלבי התכנון, הביצוע, הנהול והמשק של התשתיות והשתחים הפתוחים שבסביבתה.
- בחינה והערכתה של תכניות פיתוח במסגרת תוכניות המחויבת לגישה מושלבת רב-תחומית (אינטגרטיבית מולטי-דיסציפלינרית), שהן מוגבאים בחשbon כל האינטראסים שעליהם משפיע התכנון.

4.1.3 מיתון השפעות השליליות

משוחחל על חלופת התוויה מסוימת, אפשר למתן את אפקט החיצ' של תשתיות תחבורה (ראו פרק 3) על ידי שימוש באמצעים שונים שמקונים להגדיל את חדירות התשתיות ומסיעים לשמר במידה מסוימת של קשריות בנוף. כך למשל, הוספה מבנים ייעודיים למעבר בעלי חיים או התאמאה של מבנים הנדסיים קיימים לצורך תפקיד זה. למוגן האמצעים שאפשר ורצוי לשלב ביניהם ראו להלן פרק 7.

בבאונו לתכנן שימוש באמצעים מסוימים או להעיר את יעלותם, חשוב לזכור כי לכל תכנית המועמדת למיתון השפעות הקיטוע יש מערך ייחודי, והוא מורכב ממיפוי בעלי חיים והצמחים ואופן פיזורם למרחב הספציפי, משיקולי הקישוריות של אוכלוסיותיהם, מיעדי תחבורה ומסדרי העדיפות בממשק השטחים הסובבים. לפיקר תכניות שונות זו מזוקשה לגזר גזירה שווה או להשוות בין תכניות הנוגעות לנופים, למחוזות או לאזורים שונים ואבן תכניות עברו שני אגני ניקוז סמכים.

להלן שאלות מפתח שעלינו לשאול בבאונו לבחון אמצעים למיתון השפעות השליליות של הקיטוע:

- 1) מהי הבעיה? היכן היא ממוקמת? היכן יש למקם מעברים לבני חיות?
- 2) אילו אמצעים מתאימים לפתרון בעיה זו?
- 3) איזה תכנון מפורט מתראים למטרה זו? איך על המעברים להיראות?
- 4) איך הם יתפקדו, איך יהיו ביצועיהם?

לשוש השאלות שבסעיף (1) נתיחס בפרק 4-6; לשאלות שבסעיפים (2) ו-(3) נתיחס בעיקר בפרק 7, ואילו בפרק 9 נעסוק בשאלת שבסעיף האחרון.

4.1.4 פיצוי אקוולגי

כשאין אפשרותנו למנוע קיטוע או אין ביכולתם של האמצעים למיתון השפעות השליליות לפצות על אבדן בתים הגידול, על הנזק למערכת האקוולגית או על הידידות האיכותית והתפקודית שנגרמה להם, אזי התגובה המתאימה יכולה להיות פיצוי אקוולגי על ידי יצירה של בית גידול דומה כדי להשיג "מינימום אבדן". מטרת התכניות ליצירת בית גידול חלופי היא לספק בית גידול אחר, מאותו הסוג ובאיכות הולמת, כדי לפצות על זה שהוא או נזוק בשל פיתוח התשתיות. גישת הפיצוי האקוולגי מושמת במקרים רבים בעולם עbor בתים גידול לחיים, שהם, כאמור, מהרנסים ומהמאזינים ביוטר, אבל בה בעת בהינתן התנאים המתאימים יכולת השיקום שלהם היא גבואה יחסית. קיימים ספקות אם אפשר לההתאים גישה זו למציאות התכוניות בארץ. להרחבה בנושא ראו סעיף 5.9.

בכל אחד מכיווני הפעולה שהחכוו – הימנעות, מיתון השפעות ופיזוי, שייתכן שכולם מיושכים במקטעים שונים של אותו פרויקט – יש לבדוק את תפקוד האמצעים שננקטו אל מול המטרות והיעדים שאوتם הם באו לשרת. בדיקה זו חשובה כדי לודא שהאמצעים שIOSMO אכן מתאימים לסטנדרטים של התכנון והאיכות שהוגדרו, וכן לבדוק אם הם אכן מתפקדים באופן הרצוי או אם יש צורך ואפשרות לשפרם. ניטור הוא הדרך היחידה שבאמצעותה אפשר לבדוק אם התכנון אכן ענה לצרכים שהוגדרו. זאת ועוד, ללא שימוש בו אין אפשרות לשכלל את מטרות התכנון בנוגע למצווע הקיוטוע ולא לדijken עבור פרויקטים נוספים בעטי. בעניין הניטור, מטרתו, בחינת הצורך בו ומוגבלותו רואו הרחבה בפרק 9, וכן התייחסויות בפרקים 5-8.

4.2 החשיבות בראייה תכנית מוקדמת למניעת הקיטוע של בתים גידול

כפי שצוין, בפיתוח תשתיות חדשות מציאות התוואי האופטימלי של כבישים בנוף יכולה לסייע בכך קונפליקטים בין צרכים שונים והן את הצורך באמצעים למיתון ההשפעות, למשל מעברים לבני חימם. הדבר מצריך מעורבות של מומחיות אקולוגית החל בשלבים המוקדמים של התכנון ובמהלכו.

במקומות שבהם נדרש למתן את ההשפעות השליליות של הקיטוע, מיתון השפעות צריך להיות חלק בלתי נפרד מהההילך הכללי של התכנון המתאריו והמורוט שבו מובאים בחשבון כל ההיבטים החשובים לתכנון הכביש. לפיקר, את השפעות הקיטוע על הטבע ואת הצורך לבודק מוקודות מבט רחבה שambilיה בחשבון אליצים הנדסים, עליות, נוף, מסורת תרבותית, נופש ופנאי, חקלאות וייעור.

מעורבות מוקדמת של תושבי האזור, מודעות ציבורית לפרויקט וכן שיתוף פעולה עם טוח של ארגונים המציגים אינטרסים של השטחים הפתוחים ושל המרחב הכפרי הם פעולות חשובות בתכנון תוואים חדשים. ואולם, הניסיון בעולם ובארץ הראה ששיתוף פעולה כן בשלב מוקדם של התהילן מסייע להיברות, והידברות הופכת לעיתים חיונית במהלך התכנון: היא מגשרת בין בעלי עניין שונים כשותגילים קונפליקטים וניגוד אינטרסים לגבי חלופות הקשורות לקיטוע ולמצוערו, ומאפשרת לצדדים להגען לא רק לפתרונות מוסכמים, אלא לפתרונות הטובים ביותר האפשרים. שיתוף פעולה מסייע אף להשגת מידע מוקומי עדכני שאינו זמין למתכננים ולאקוולוגים.

כאשר מעריכים בשלב מוקדם מאוד בתהילך התכנון את מידת הקיטוע או את אפקט החיץ הצפויים, הדבר יכול אף לחסוך עלויות באופן ניכר. אמצעים למיתון ההשפעות השליליות יהיו קרובו לא רק יעילים יותר אם ישולבו בשלב מוקדם של התכנון אלא אף זולים יותר באמצעותם שיבנו לאחר פיתוח התשתיות. אמצעים מוחדים יכולים להידרש במקרים עירוניים ברובם, שבהם רמת האיים המוצטברים על המערכות האקולוגיות שנותרו היא גבוהה מלכתחילה שטחי הטבע שנותרו בהם מוקוטעים באופן חמור.

4.3 פתרונות משולבים

אחד האתגרים החשובים שלפניינו הוא פיתוח פתרונות משולבים (אינטרטיביים) לתכנון כבישים. הדבר מחייב ידע על האופן שבו יש לתכנן נתיבי תחבורה כדי למזער השפעות שונות שלהם בתחום מסגרת האילוצים הכספיים והנדסיים. חשוב שתהילך הניבוש וההערכה של תשתיות חדשה יתמקד יותר ויותר בפתרונותים משולבים ושיעשה ניסיון למצואתוואו ותכנון מפורט במיוחד ייבנו את מכלול הרשעות שליליות הנורו ביוטר ואת התוועלת הגדרה ביוטר למספר הגודל ביותר של אינטרסים; באינטרסים אלה חשוב לכלול גם ראייה סביבתית רחבה של רשות התchapורה החותרת לקייםות בתחום מבחינה כלכלית, חברתית ואקולוגית. הדבר דרוש מאיתנו גם חשיבה פתוחה ויצירתית תוך שיתוף פעולה בז'אנר, שינויו ורעיוןיהם שהם מעלה למכות הפתרון הטכני: נראה שרק כך אפשר להתמודד עם הבעיות הסביבתיות הסובכות כיום ובעתיד.

פתרונותים משולבים כאלה עשויים לכלול צירופים מגוונים של הימנעות, מיתון השפעות ואמצעי פיזוי אקוולוגים. תהילך האינטראציה קשה במיוחד באזורי גאוגרפיים שהלחצים והביקושים לקרקע ולשימושה גבוהים בהם מאוד, כמו במישור החוף ובעמקים אחדים. אזורים אלה (שכבר כיום הם כפויים לחצי פיתוח, לבניה, לחקלאות ולNIKOT שטבי) מוקוטעים לריצועים ולמשבצות על ידי כבישים ומוסילות ברזל, ולקיטוע זה השפעות שליליות על מרבית האינטרסים.

אפשר להתבונן בפתרונותים המשולבים לתכנון תשתיות בקני-מידה אחדים – ברמת האזור, ברמת הנוף וברמת הארץ. במהלך הערכה סביבתית ראשונית או במהלך תסקיר השפעה על הסביבה חשוב לבחון את האמצעים למיתון ההשפעות שליליות בכל אחת מהרמות הללו.

- ברמת האזור – הצלפות לתוואי מוגבותות באופן ראשוני בהתאם לטופוגרפיה, לגאולוגיה, לפני הקרקע ולניקוז, וכן בהתאם לתשתיות שכבר קיימות ולדפוסי ההתיישבות במרחב. בrama זו נבדקת, לצד השפעה של פרויקט מסוים, גם השפעה הכוללת של רשת תשתיות התחבורה על המרכות האקולוגיות במרחב ועל מרכיביהם.
- ברמת הנוף – התוואי של מקטעים מסוימים מושתתת תחבורה אמורה מתוכן כדי להימנע מkonfliktipim חמורים. בrama זו מובאים בחשבון זה לצד זה שימוש הקרקע, הנוף, הטבע, התרבות ואינטראקציות אחרות. מבנה הנוף ובתי הגידול הקיימים בו יקבעו את מידת השפעה של פיתוח התשתיות על בתיה הגידול ועל המרכות האקולוגיות.
- ברמת האתר – פתרונות הנדסיים ספציפיים מותכננים כדי לענות על הדרישות להתקיים את הכביש לפני השטח ולהזעיר את השפעות האפשריות. את הפרמטרים לתכנון המפורט מגדירים אילוצים פיזיים והנדסיים.

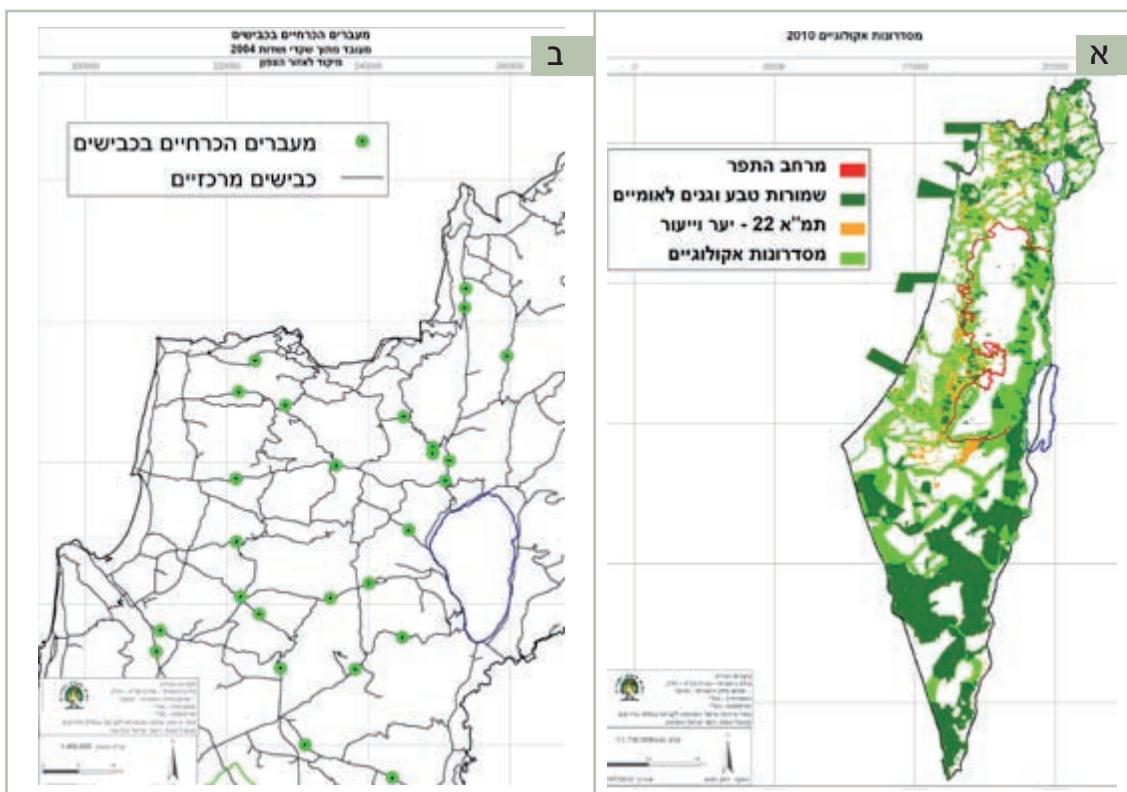
4.4 החשיבות בראייה תכנונית מערכתית

שתי גישות כלליות משמשות להערכת הקישוריות: גישה הנוגעת לרמת הפרויקט (project-level) וגישה הנוגעת לרמה המערכתית (system/landscape-level approach). גישות אלה מאמצות שני קני מידה שונים של תכנון קישוריות בתים גידול, והן כוללות דרכים שונים לשאל אמצעים לצמצום השפעות הכספי על אוכלוסיות בעלי חיים, על בתיה גידול ועל המרכות האקולוגיות. רמת הפרויקט היא לרוב הגישה השכיחה יותר, אם כי במדינות שונות מפותחות בשנים האחרונות גישות מערכתיות הבוחנות את הנושא בקנה מידה תכנוני אזור, לאומי ואף בין-לאומי.

4.4.1 רמת הפרויקט

פעריות למזעור השפעות כבישים למטרות שימור טבע היא כלכלית ביותר כשהיא נשנית במהלך בניית כבישים או שדרוגם. המימון להתקנת מעברים לבני חיים, למשל, יבוא לחוב התקציב המוקצה לפרויקט ספציפי, הבא לענות על יעד תחבורה שונים.

הגישה לשיפור הקישוריות ברמת הפרויקט עוסקת בגורמים ישירים – אלה שבתחום מסדרון התנועה ולעתים גם בתחום השטחים הסובבים אותן. אולם יש חשש שמיוך התשתיות ברמת הפרויקט עלול שלא להתחשב באופן שבו מעברים לבני חיים ומיעברי רצף אקולוגיים מושתלים בתמונה המרחכית הגדולה יותר, בראש מסדרונות התנועה האזרחיות של בעלי חיים ובדפוסי שימוש הקרקע ופעולות האדם במרחב. יש להකפיד שמעברים אלה לא יובילו ל"דרך ללא מוצא" אקולוגי, שבה אין לבני חיים لأن לנوع, אלא יתחברו לרשת קישוריות ולפסיפס המורכב בתים גידול ברמת הנוף והאזור ואפשרו:



איור 4.3: מסדרונות אקולוגיים וצוארי בקבוק" שהוגדרו והוא על ידי רשות הטבע והגנים ברמה הארץית: (א) מסדרונות אקולוגיים, גרסה מעודכנת משנת 2010 הכוללת את מכשול מרחב התפר; (ב) "צוארי בקבוק" למעבר כבישים (מיוקד לאזור הצפון). (מקור: דותן וותם, רט"ג)

א) תנוצה של בעלי החיים המאפשרת לקיים הן תפוצה והתפוזות של צעירים והן תנואה עונתית ספציפית, ובכך מספקת את צורכיהם היומיומיים ואת צורכיהם לאורך תקופת חייהם;

ב) תנואה משופרת והפצה של צמחים במרחב, המסתיעת בעיקר בקיום רצף והמשכו של קרקע;

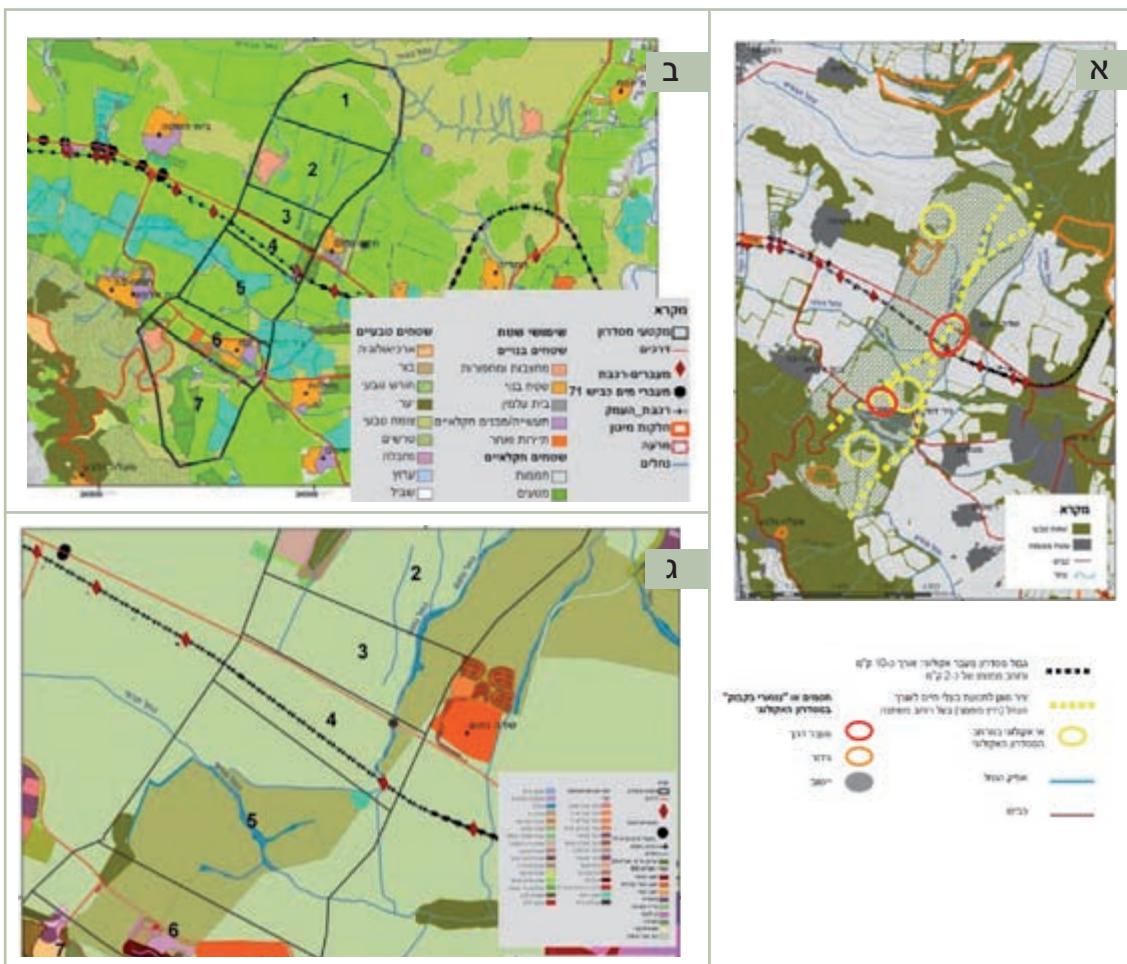
ג) זרימה של חומרים ושל אנרגיה במערכת האקולוגית לצורך תפוקה הנאות.

הדבר מזכיר לכלול בתהליך התכנון הן שיקולים בקנה מידה מרחבית גדול יותר והן צפי לעתיד באשר לשינויים בשימושי הקרקע (ראו בסעיף 4.5).

4.4.2 הרמה המערכתית או הנופית

הצורך במטרים רצף ובמעברים לבני חיים יכול להיגדר מטהlixir ניתוחו ברמה מערכתית של ממתק תחבורה, למשל מהגדירה מרחבית של מסדרונות אקוולוגיים ושל "צוארי בקבוק" אפשריים או אפילו סדרי עדיפות אף על פני שטח נרחב יותר, ברמה אזורית או ארצית. במקום זהות מיקום ורוי למקומות (מוחור נתונים על דרישות או על תנועת בעלי חיים ביחסית שטח קטנה), הגישה המערכתית מזהה אילו מקטעים של כבישים מהירים ושל דרכים ראשיות מצרכים למצאים למיטון השפעותיהם כיוון שהם ב"צוארי בקבוק" בנקודתים קיטוע של מסדרונות אקוולוגיים ראשיים. בהתבסס הן על מידע כללי בrama העקרונית והן על מידע שהוא ספציפי למקום ונוסף בשטח הגישה מערכת גם עד כמה אינטנסיביים אמצעים אלה לצרכים להוות (כגון את מגוון האמצעים הנדרשים ואת צפיפותם).

ישראל ערוכה לטבע והגנים מייפוי ארכטי של מסדרונות אקוולוגיים בrama הארץ העקרונית. המייפוי הוא תאורטי, והוא מתבסס בעיקר על מקום של שטחי שמורות טבע גדלות ויערות וניסיון לחבר ביניהם (איור 4.3 א'). מהשוואה של תפורסתו המסדרונית הלאו לתפורסות הכבישים אופיינו "צוארי בקבוק" למעבר כבישים (איור 4.3 ב'), והוחלט על סדר עדיפות לטיפול בהם. עובדה זו דורשת עדין ידוע ושלם בrama האזורית והמקומית ואימוט ואישוש באמצעות מידע אמפירי רב יותר שייאסף מהשחת.



איור 4.4: חלופות יצירת מסדרון אקוולוגי בין רמת צבים לגלבוע:

(א) פירוט מרכיבי מסדרון המעביר באזורי החלופה המוצעת; (ב) תיאור מקטיע מסדרון המעביר האקוולוגי. בוחנת ייעודי קרקע במקטעים 3-4-5 של החלופה המוצעת; (ג) מיצב מתוכנן. (מקור: קפלן וויטמן 2010)

מתוך מידע מותאים ובאמצעות הערכה נופית של צורכי קישוריות הנעשית ברמה האזרית אפשר להזות אזור מפותח ל קישוריות של בתיה הגדול או אזורים חשובים ל קישוריות הנחיצים על ידי מסדרונות תחבורה. גישה זו עשויה להיראות כהיפוכה של הגישה ממוקדת הפרויקט או מסדרון התנועה. היא מאפשרת לקבוע קישורים ומיקומים פוטנציאליים למעברים לבני חיים וסדרי עדיפות לתכנון ולביצוע בהסתמך על צפי ותכניות תחבורה לעתיד ועל קרייטריונים אקולוגיים, אף להכין תוכניות אסטרטגיות למיתון השפעות התchodząה ברמה האזרית או ברמת המרכות האקולוגיות. חשוב לכלול בקרייטריונים האקולוגיים גם שינויים שיקולים לחול בעתיד, למשל בגלל שינויים במסטר האקלים (ראו גם בסעיף 4.5).

דוגמה לעבודה ברמה האזרית שנעשתה לאחרונה בישראל עבור רשות הטבע והגנים (איור 4.4) היא קומפליטה של מידע לגבי אזור ומט צבאים-עמק חרד-גלבוע, והמחלצה למקם באיזור מסדרון מעבר. בעבודה האמורה נאסף מידע מורפולוגי וסטטוטורי, מידע על שימושי שטח, על חקלאות ועל מוחבים טבעיים, מופו מוחסומים כמו גדרות ותשויות, ונאסף מידע על צמחים ובבעלי חיים, על דרישות בעלי חיים בכਬיש ועל תנעותם באיזור (למשל, שימוש בנחל נחום כמסדרון טבעי והמידה שבה מתקבבים בעלי החיים לאיזור המיועד למעבר). כן נבחנו חלופות אחדות למיקום מסדרון מעבר אקולוגי.

יש יתרונות רבים לעירcit גיתוח ברמה המרכזית. קיום תהליך תוכוני פורמלי בקנה מידה נרחב להתייחס לסוגיות שמשמעותם בעלי עניין שונים, לקבוע סדרי עדיפות לפעולותם של גופים ממשלתיים שונים, להגדיר את פעילותם המשולבת ואת תחומי אחריותם, ולכלול בתהליך שיקולים בדבר דפוסים ותהליכיים ברמת הנוף ושיקולים של שינוי אקלים. מוהלך זה יכול גם לסייע לוודא שתכנון ברמות פרויקט יביא בחשבן את צורכי הרשות האקולוגית הנרכבת יותר, ברמה האזרית. גישה זו יושמה באירופה, והוא חודרת בהדרגה גם לצפון אמריקה (למשל התכנית Eco-Logical בארצות הברית, שאימצה גישה תוכונית בקנה מידה נרחב, ברמה הפדרלית, או אפילו אזורים החשובים ל קישוריות מדינת אריזונה - ראו בסגרת).

בארצות הברית ובחלק ממדינות אירופה מקובל לעורר הערכה סביבתית אסטרטגית (SEA - Strategic Environmental Assessment) בשלב ראשוני של תכנון תכניות מחוזיות ופרוגראמות. תהליך זה מאופיין במבנה תכנון ומטרתו בין היתר הייא לוודא ששיקולים סביבתיים מובאים בחשבון בפיתוח מדיניות תכנון בקנה מידה נרחב. בישראל מקובל לבצע בرمות תכנון אלה הערכה סביבתית שהגדולה איןין פורמליאלית. יש מקום לכך גם בישראל הכנת מסקרים אסטרטגיים: אלהאפשרים להרחיב את המסקנת התスクית על מנת שהיא אפשר להתייחס לאתגרים ברמה הלאומית והאזורית, ולשלב בהתייחסות זו עניינים שטרם זכו לתשומת לב מספקת, כמו צפי לשינויים בטוחה הארץ.

4.5 החשיבות בראייה תוכונית לטוח ארון

אורק החיים של הפתורנות המסייעים להימנע מKITOU ושל אמצעים למיתון ההשפעות וליפוי אקולוגי הוא קרייטי, ומשיקולי עלות-תועלות יש לתכנן אמצעי מיתון ולבצעם כך שישרדו לפחות רב כמו התשתיית עצמה (ראו גם סעיף 5.7.4). בשיקולים לטוח הארץ יש לכלול שיקולים ארכו-טוח של תכנון מרחבי ומידע רב ככל האפשר על ייעודי הקרקע ושימושי הקרקע, ולעגן את התכנון במידת האפשר בהסכמות ובמכשך המתאים, כך שבפועל תתאפשר התנהלות התואמת לתכנון.

כל אופני התנהלות הארץ לטוח הארץ משלימים את הידע והتكنון העכשוויים שלנו לגבי הצpoi בעתיד. בנוסף להם, חשוב ביותר להביא בחשבון גם תחזיות סביבתיות נוספות במצבם בעתיד של מינים, של בתיה גדול ושל מערכות אקולוגיות כדוגמת השינויים הצפויים באיזורנו בעקבות שינוי האקלים. מטיבן תחזיות אלה איןין מדדיות ונחרצות כמו ייעדי תכנון מסוימים: הן מדדיות לרובה כיוונים כללים בלבד, וקיים בהן מרכיב גדול של חוסר ודאות. אף על פי כן חשוב ביותר לכלול גם אותן במרקם השיקולים: השינויים הצפויים בעתיד כוללים שינויים שינוי באיזורי התפוצה של מינים ובфизיומם המרחבי לצד שינויים בשימושי הקרקע בגל שינוי האקלים ולצד קטיע גובר והולך החומר לפעלויות אנושית אחרת בעוצמה גדולה יותר בשטחים שנוטרו. שילוב זה צפי לצמצם את אפשרות התגובה של מיני צמחים ובבעלי חיים בהקטינו את האפשרויות לפיזור ותפוצה.

מכל האמור עולה תחזית לשינויים בעומס המציגר של עוקות שחווים אוכליות ומינים וכן גם שינויים ברגישותם לעקבות נסיפות, ומתוך כך ייתכנו שינויים במרקם יחסוי הגומלין ובמרקם התפקידי של המערכות האקולוגיות. لكن חשוב ביותר שתכנון שטח הקרקע והגונגון הביוולוגי יוכל להרחיב את טווח האפשרויות העומד בפני מינים ואוכליות המושפעים משינויי אקלים וקייטוע ויקל עליהם להגביל לשינויים, להרחיב את תחומי תפוצתם ולשנותם, ולהתאים את עצמן לתנאים המשתנים. מעברים לבני חיים הם דוגמה לאמצעים ישימים שוגפים ממשלטיים יכולם לשלב בתכנון הארצי או האזרחי ובຕירותים של תכנון מערכת כחלק מההיערכות ומההתאמות הנדרשות לעתיד.

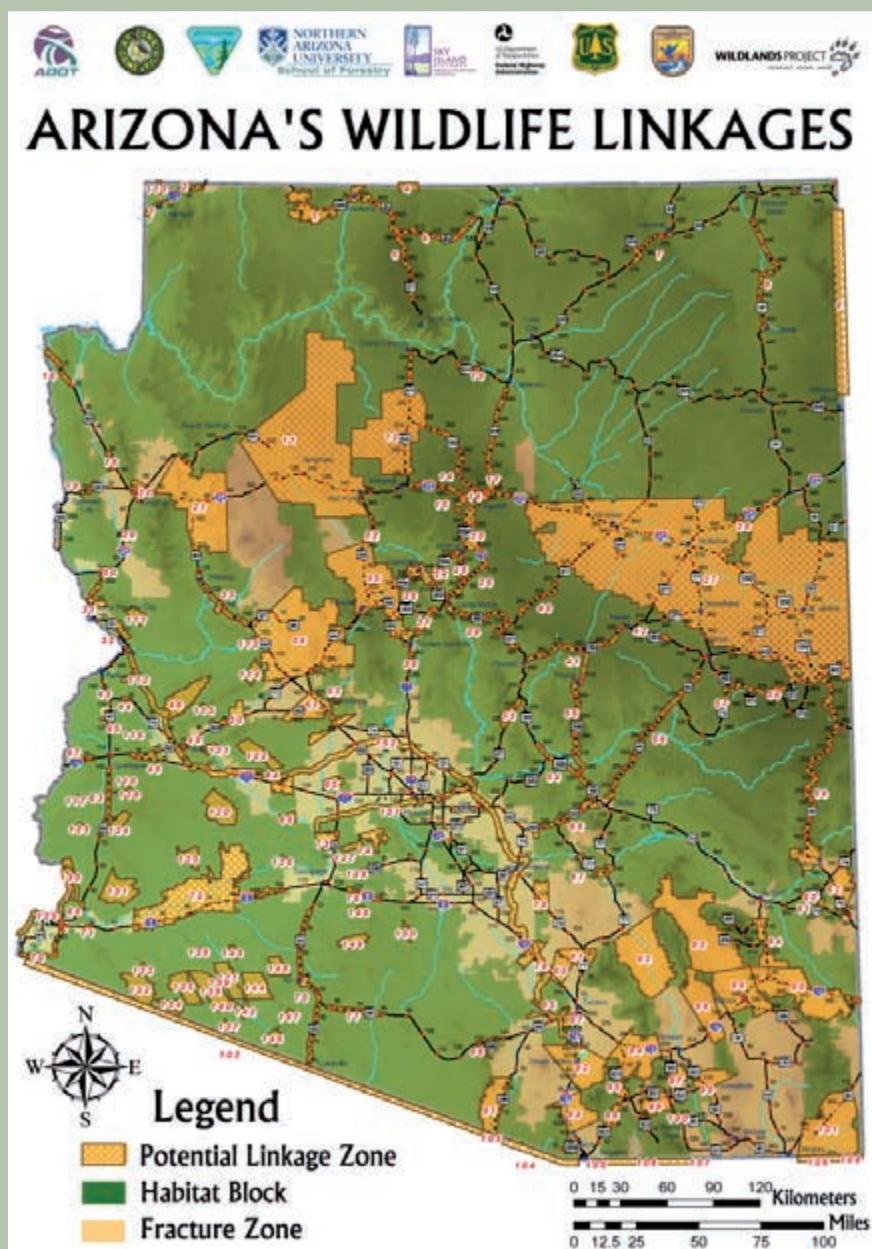
במדינת אריזונה רשויות ממשלתיות חבו לארגוני מהמגזר הפרטי לצורך תהליך של מייפוי אזורים החשובים לקישוריות וביצוע סדרי עדיפות בתכנון ובטיפול בהם. בתהליך שככלו ארבע סדנאות מרובות משתתפים, איסוף מידע רב ומגוון ותהליכי ניתוח ממ"ג היו שותפים ביולוגים, מהנדסים, אנשי ממושך מושרויות לאומניות ופדרליות, חוקרים מאוניברסיטאות, אנשי מקצוע מארגוני מייעצות וארגוני מארצוני שמירת הטבע (מהמגזר הפרטי).

צוותי עבודה שהרכבו מנגיג כל הקבוצות הללו התייחסו לאזורים גאוגרפיים ספציפיים וחיו בהם בתים גידול, מינים ייחודיים, דפוסי התנהגות וצרכים של בעלי חיים, אזורים פוטנציאליים לקישור, איזומים על מרכיבי המגנון הביולוגי או על הקישוריות בהווה או בעתיד וצדמנויות לשימורו הטבע.

בתהליך זהו למעט מ-150 אזורים פוטנציאליים לקישור (Potential Linkage Zone), ולגביה כל אחד מהם תועד הנסיבות על הקרקע והן האיזומים הצפויים על הקישוריות במרחב.

אתרים פוטנציאליים אלה סודרו בסדר עדיפות שנבנה על פי הקритריונים: איזומים שיש להם חשיבות ביולוגית (קיימים וצפויים) וצדמנויות לשימורו הטבע, אפשרויות לשיקום וצון מידת העוצמה של האפקט החזיר. לצורך קביעת החשיבות הביולוגית נבנה דירוגaicotti (ניקוד) שבו הובאו בחשבון הפרמטרים: גודל בית הגידול ואיכותו (בכתמי בית גידול שהוגדרו), היכולת של אזור הקשר לתמוך במינים בעלי חשיבות מיוחדת לשימורו, נוכחות של בית גידול לחים וקיים של נדידה עונתית. ניקוד זה משקף גם את עצמתו החי של כבישים ומוסילות ברזל, של תעלות ושל גושים עירוניים. אחד התוצאות הוא מייפוי ממ"ג המכציג את כל המידע הרב-שכבותי שנאסף (ראו מפה).

4



דוגמאות לתמוך בתהליך מייפוי רבע-משתתפים מבוסס מידע והערכות מומוכה שנערך באריזונה

4

מבעיה לפתרון: כלי תכנון

-
- | | |
|-----|--|
| 5.1 | תכנון למניעת קיטוע ולצמצומו |
| 5.2 | הലיך התסקרי ככלי תכנון |
| 5.3 | הערכתה של השפעת הקיטוע הנגרם מתשתיות תחבורה חדשה |
| 5.4 | קיטוע על ידי תשתיות תחבורה קיימות |
| 5.5 | שדרוג תשתיות תחבורה |
| 5.6 | עלות ותועלת |
| 5.7 | פיצוי אקולוגי |

5

פרק זה עוסק בדרכים שונות שבן ניתן למneau קיטוע בתיביגוד על ידי תשויות תחבורה ולמזערו, בהתאם לשלים השונים של תהליך התכנון. כמו כן נידונים בפרק הקריטריונים המשמשים להזנת נקודות קונפליקט קיימות ואפשריות בין פיתוח תשויות תחבורה והפעלתן לבין היכלה להן על מערכות אקלוגניות.

5.1 תכנון למניעת קיטוע ולצמצומו

תכנון סביבתי ראוי מושם על ראייה משולבת ורב-תחומית של נושאים סביבתיים שונים. נושאים אלה באים לידי ביטוי בתכנון של שימושי הקרקע בוועדות התכנון והבנייה ברמות השונות, וכן בהטמעת תפיסות סביבתיות במדיניות הממשלה וברשות המקומות. בפרק 4 הצגנו דרכי להתמודדות עם סוגיות הקיטוע ברמה מערכתית (system/landscape-level approaches) וברמת הפרויקט. פרק זה מתמקד בעיקר ברמת הפרויקט.

כשותכננים למזער קיטוע, יש להתחשב בקיים המנחים שלהן:

- הכללה מלאה של סוגיות הקיטוע בבחינה מקדימה ובתקיר השפעה על הסביבה מניבה את הבסיס האפקטיבי ביותר לקבالت החלטות, לבחינת חלופות התוואי ולפרטיו התכנוני.
- לתכנון מיטבי של מזער הקיטוע הנגרם על ידי תשויות חדשות וקיימות כאחת נדרש מידע סביבתי ואקלוגי מكيف.
- בתהליך שדרוג כבישים קיימים רצוי לעורר תסוקיר השפעה על הסביבה בדומה לזה המשמש בתכנון כבישים חדשים ובהתקנות המתבקשות מהעובדה שכבר קייםתו פועל.
- את ניתוחי העולות-תועלות המותבססים על חישובים כספיים אפשר להשלים בעזרת ניתוח של תועלות לא-כספיות, זאת לשם הערכה יסודית של ההשיקעות ושל השלכותיהן.

טבלה 5.1: הפעולות שאפשר ו蕭ב לנוקוט בשלבים שונים של פרויקט למניעת ומזער השפעות שליליות של תשויות תחבורה על מערכות אקלוגניות, ובמיוחד על בעלי חיים ובתי גידולם

שלב הפרויקט	אופן הפעולות שחווב לנוקוט למזער ההשפעות השליליות
תכנון מקדמי/ראשוני	<p>הערכתה סביבתית מקדמית</p> <ul style="list-style-type: none"> • בבחינה של חלופות תוואי אחדות, שונות מהותית זו זו, לרבות "חלופה האפס" (= א-ביצוע הפרויקט) • בחירת החלופה של התוואי שיש לו להשפעה הסביבתית השלילית הפחותה ביותר
שלב התכנון לקרהת אישור במוסד התכנון	<p>תקיר השפעה על סביבה</p> <ul style="list-style-type: none"> • בבחינה עמוקה של סוגים המערברים הנדרשים ומיקומם • הגדרת טיפולוגיה של הגדת הנבחרת • הגדרת אמצעים אחרים להגנה על בעלי חיים ועל בית גידולם • התווית הנחיות תכנון לפיקוח על הביצוע, לתחזקה של האמצעים ולניהור סביבתי • הכלול מעקב והערכה של יעילות האמצעים
תכנון מפורט	<ul style="list-style-type: none"> • איסוף מידע נוסף לצורך תכנון מפורט לביצוע האמצעים למיתון השפעות הקיטוע
ביצוע	<p>תכנית מעקב סביבתי</p> <ul style="list-style-type: none"> • בקרה שמתורתה לוודא שהאמצעים למיתון השפעות הקיטוע מבוצעים בהתאם להנחיות התכנון, ובמקורה הצורך כדי ליזום שינוי בתכנון לצורך התאמת טוביה יותר לתנאי השטח ולאילוצים ממהלך הביצוע • יישום אמצעים למניעת השפעות סביבתיות שליליות הכרוכות בעבודות הביצוע
תפעול	<p>(1) תחזקה של האמצעים</p> <ul style="list-style-type: none"> • תכנית למעקב ולהערכה של יעילות האמצעים <p>(2) תכנון של אמצעי תיקון וביצועם</p> <ul style="list-style-type: none"> • כדי לוודא תפקוד של האמצעים או לשפר את ייעילותם

טבלה 5.1 מציגה את הפעולות שאפשר לנוקוט במהלך כל שלבי החיים של פרויקט תשתיות כלשהו למניעת ההשפעות השליליות של הקיטוע ולמזעורן.

פרק זה פותח באפשרות להשתמש בהליך התסקורי ככלי תכנון. שימוש בהליך זה או בהליך דומה, לפי הנחיות הייעץ הסביבתי, החל בשלבים הראשונים של הפרויקט מבטיח שיקולים סביבתיים ובכלם סוגיות הקיטוע יובאו בחשבון כבר בשלב מוקדם של התהילהר (סעיף 5.2). במדיניות אחוריות נראים גם תסקורי השפעה על הסביבה אסטרטגיים בתהיליכי הכנת פרוגראמות ותכניות אב (ראו סעיף 4.4).

חשוב לזכור קיטוע של בית גידול הן בתכנון תשתיות תחבורה חדשות (סעיף 5.3), הן בהתמודדות עם המצב שיוצרת תשתיות תחבורה קיימת (סעיף 5.4), והן בשדרוג תשתיות קיימות (סעיף 5.5). לעומת זאת, קיטוע בبنית תשתיות חדשות, ענייני קיטוע הנוגעים לתשתיות תחבורה קיימות שונות במידה מסוימת, שכן בשלב התכנון המתאריו והמפורט של מרביתן לא הובאו בחשבון אמצעים למיתון ההשפעות השיליות. במקרים אלה ניתן שהקיטוע שנגרם על ידי התשתיות הקיימת השפיע זה מכבר על האזור, ומ עבר לכך, ניתן שכבר הופיעו גורמי קיטוע נוספים שאולי לא נחוץ בתקופת התכנון, ולכן הערכה מחודשת עשויה להיות אם ההערכות שנעשו המקורי רלוונטיות עוד (סעיף 5.5).

בבנייה תוארי חדש מידה מסוימת של קיטוע היא בלתי נמנעת. לכן יש לשבל בתכנון אמצעים למיתון ההשפעות השיליות של הקיטוע ולהתחשב בהם כדי להבטיח את חידירות התשתיות במיוחד במסדרונות תפוצה (dispersal corridors) ובשיטחים של בית גידול בעלי עדיפות לשימוש. במצבים שבהם התשתיות חזקה שטחים רגשיים במיוחד או שהאמצעים למיתון ההשפעות אינם מספקים או אינם אפשריים, במדיניות אחוריות נשקל שימוש באמצעותם לפיזי אקוולוגי (ראו סעיף 5.7 ונספח 10.4). על שיקולי עלות-תועלת הנערמים במסגרת הפרויקט לכלול גם מעלות ועלות ציבוריות שקשה לכמתן, ועליהם להתחשב גם באורך החיים של הפתרונות המוצעים לעומת אורך החיים הכלול שמתוכן בפרויקט (סעיף 5.6). כלים נוספים לתכנון ולביצוע מובאים בפרק 6 ו-7.

5.2 ההליך התסקורי ככלי תכנון

תסקירות השפעה על הסביבה משמש מסגר במהלך שלב התכנון המוקדם עד לאישור התכנונית. המלצותיו המוטמעות בהוראות התכניתיות מהוות בסיס לתוכנית המפורט, ומשמשות גם נקודת התwichשות מושתפת לניהול תקשורת. להליך התסקורי תפקדים אחדים: מטרתו העיקרית היא להזוה השפעות סביבתיות אפשריות, למצער השפעות שליליות ככל הניתן, ולתכנן את האמצעים הנדרשים לmitsion השפעות אלה לפני שמקבלת החלטה על יישום התכנית. ההליך התסקורי יכול להניב תועלות בהיבטים רבים ולהוות הן כלי תכנון והן אמצעי לבקרה, לשיקופות ותקשורת, ולקבלת החלטות. המונח **הליך תסקורי** מגדיש בחינה מתמשכת התואמת את שלבי התכנון. התהילהר מודוד שתיעשה הערכה מפורתת של השפעות סביבתיות שליליות וחיבויות הקשורות לטוויה של פתרונות חלופיים, והערכה זאת מלאה בהמלצות לאמצעים הנדרשים לסייעו להשפעות הסביבתיות הנלוות או לפיזוי עליהן.

מטרה נוספת של ההליך התסקורי היא לאפשר בחינה ציבורית של פרויקט והתיעצות לגביו לפני אישורו ולפני תחילת כל תהילהר בנייה. בשלב זה – לפני שמקבלת החלטה סופית על יישום – יכולים גורמים שונים, בהם הרשויות הרלוונטיות, בעלי עניין, ארגונים לא ממשלתיים והציבור הרחב להעיר על התכניות ולהשபיע על הפרויקט. התיעצות לא רשמית עם הגופים היורקיים בתהילהר התכנון יכולה לתרום ורבות למשמעות ההחלטה על הפרויקט ולקיצרו.

במרוצת השנים הקרובות הערך ההליך התסקורי גם בישראל להליך ולכללי של תכנון סביבתי. בעקבות תיקון 37 לחוק התכנון והבנייה כולל התהילהר התכנוני של מרבית הפרויקטים להקמת תשתיות גם הינה של תסקירות השפעה על הסביבה הבוחן את התכניות הספציפיות.

5.2.1 שלביות ההליך התסקורי

הן העיתוי והן שלבי ההינה של התסקירות חשובים מאוד להפקת תוכן תכנוני טוב יותר המאפשר להתחשב במלוא השיקולים הסביבתיים ובכללם גם בעיית הקיטוע של בית גידול. בישראל אין כללים ברורים ואחדים לעירית בחינה סביבתית מקדמית (או בחינה סביבתית בלתי פורמלית בשלהי הטוوم-תסקורי) לפני השלב הראשי של הينة ההנחיות למסקירות במוסד התכנון. עם זאת, בארגונים גדולים (כמו החברה הלאומית לדרכים וחברת החשמל, חברת כביש חזקה ישראל או רכבת ישראל) משולבת בחינה סביבתית בשלבים ראשוניים של התהילהר, והוא כולל, עוד בטروم הפטוטוטורי, גם בחינה ראשונית של חלופות הנערכת בגישה כרחיבה כליל תכנוני (שלב שיפור 1 בחברה הלאומית לדרכים) בהתאם להנחיות ולמגדרי משימות שפותחו על ידי הארגון. בתום שלב זה מגובשת התכנית המוגשת לוועדת התכנון.

במקרים מסוימים מתרחב השימוש בתסקירות ככלי לבחינת חלופות למיקומו של הפרויקט הנדון, וזאת לצורך פיצול התסקירות לשני שלבים – השלב הראשון, הכולל את פרקים א' ו-ב' של התסקירות, מתחair את המצב הנוכחי, בוחן חלופות ומ מביך

החליטו לגבי החלופה הנבחרת; השלב השני כולל את פרקים ג'-ה', הבודנים ביתר פירוט את הבחירה בשלב הראשון, מעריכים את ההשפעות החזיות של התכנית, וממצאים אמצעים למניעת השפעות שליליות הנובעות מהתכנית או למזעורן ולמייתונן, לעיתים תוך עדכון הבחירה והתאמתן למידע על הקונפליקטים הסביבתיים הצפויים.

5.2.2 הבחירה לתסקיר ההשפעה על הסביבה

למעט הוראות כליליות לגבי מבנה התסקיר ותוכנו אין כוון כללים פורמליים המפרטים את הנושאים שיש לכלול בהבחירה לתסקיר בהתאם לסוג הפרויקט והיקפו. בפועל מותבסים עורכי הבחירה על הבחירה שניתנו בעבר לפרויקטים דומים, וקייםים הבדלים בין הבחירה לפרויקטים דומים בנסיבות שונות. גם קביעת התיכון הגאוגרפי של הסביבה והנושא הרלוונטיים הם בידי היוזץ הסביבתי לתכנית.

- רצוי לכלול בתסקיר תיאור מלא של המתודולוגיה ושל המידע ששימשו לצורך הערכה, לרבות ציון של חלקים מההערכה שלגביהם חסר מידע. הדבר חשוב במיוחד בבחינת נושא הקיטוע, שהגביו אין מתודולוגיה מקובלת וסדרה.

5.2.3 בחינת חלופות

פרק ב' בתסקיר, הדן בחלופות, הוא אחד החשובים שבו; מסקנתו מעצבת את שלד התכנית, והוא המיחד את התסקיר מכוסך סביבתי אחר.

הבחירה לבחינת החלופות הכלולות בפרק ב' של התסקיר ניתנות על ידי היוזץ הסביבתי של מוסד התכנון. הבחירה אלה יכולות לפרט את החלופות שייחסנו או להשאיר זאת לשיקול המתכנן או עצמו. בחינת החלופות יכולה להיות ברמת המקרו (בחירה במוסדרון תכנוני אחד מתוך כמה חלופות מוצעות) או ברמת המיקרו (חלופות בתוך אותו מוסדרון תכנוני). הבחירה שבפרק ג'-ה' של התסקיר מתייחסות למעשה למוסדרון תכנוני או לתריס特 דרך מוגדר (שהתפיסה התכנונית שלהם זכתה להסכמה בלתי פורמלית של גורמי התכנון), ולרוב לחופה שהציגו חלופה מועדף. יש לציין כי אין הכרח לבחינת חלופות בהיבטים סביבתיים תתבצע רק במסגרת הפורמלית של תסקיר ההשפעה. כמו כן יש לציין כי מחובתו של מוסד התכנון לבחון חלופות בראייה רחבה, היכולת למשל גם היבטים כלכליים, הנדסיים, חברותיים וביטחוניים.

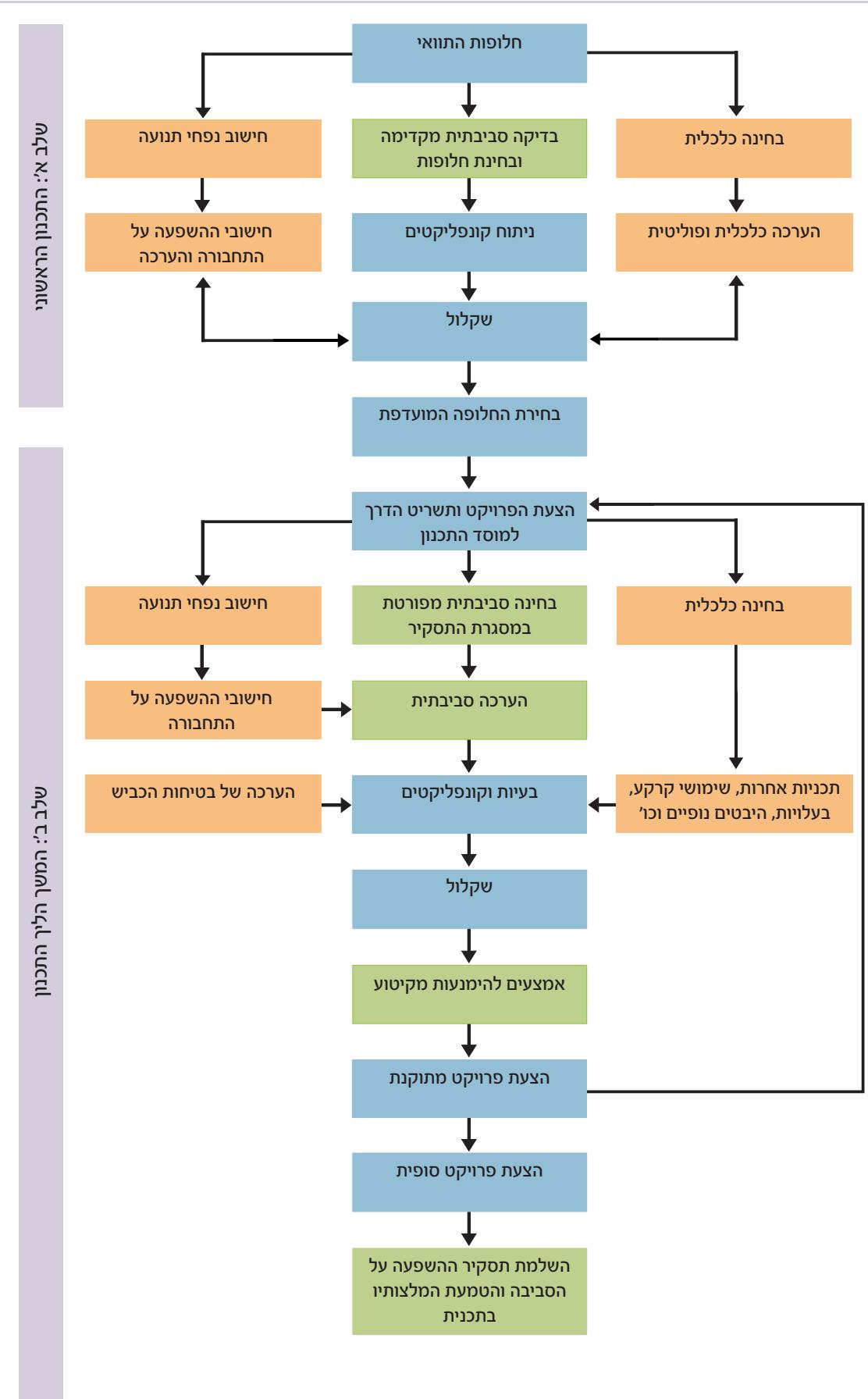
אין כוון מתודולוגיה מוסכמת לבחינת חלופות (כולל קרייטריונים אחידים, אופן מותן ערך לכל אחד מהקריטריונים, שקללים הייחודיים, האופן שבו נקבעת מידת החשיבות של כל אחד מהקריטריונים ואופן ההשוואה ביניהם, ועוד על כן בסעיף 5.3.4 להלן), ולא תמיד נדרש בדיקה של תרחיש "חלופת האפס" – המצביע הכספי אלמלא יבוצע הפרויקט. בדיקה זו חשובה במיוחד כshedower בהקמת תשתיות חדשות הקוטעת כתמים של בית גידול בקיוטו נוספת. לעיתים המסקנות של בחינת החלופות עשויות להיות מושפעות מהמתודולוגיה שנבחרה.

לבדיקה סביבתית מוקדמת ככל האפשר של סוגיות הקיטוע נודעת חשיבות מרבית. בכל מרחב החלופות הנבדקות ייחסנו במסגרתה המערוכות האקלטוגיות, בתו הגידול והאקלוסיות של המינים המצויים במרחב זה. בצוות הבדיקה יש לשלב ייעוץ סביבתי, אדריכל נוף ואקוולוג. מטרתה של בחינה זו היא לבדוק את רגשותם הסביבתיים של תאי שטח שבהם מותכוונות החלופות השונות, ולבחון בחינה עמוקה יותר של התוואי המועדף עוד בשלב התכנון הפורטט, זאת כדי לאפשר הגשת קריטריוני תקן למחזר הפגיעה בסביבה ובקרקע בהתאם להנחיות התכנון הגאומטרי של משרד התחבורה.

- חשוב ביותר לקיים בחינה מלאה של חלופות השונות זו מזו באופן מוחותי כך שייתאפשר לשקל כיווני פעולה שונים ולהשווות ביניהם. בבחינה כזו חשוב לכלול גם בדיקה של תרחיש "חלופת האפס" כדי לאפשר הערכה יחסית של החלופות.

• רצוי לגבש עם היוזץ הסביבתי של מוסד התכנון מתודולוגיה מוסכמת לבחינת החלופות, לרבות שיטות ניתוח וסקול מוסכמות (ראו להלן גם סעיף 5.3.4), במיוחד בקשר לנושא קיטוע בתו גידול והגנה על מרכיבי המגוון הביוולוגי. לפני החלטה על החלופה הנבחרת מומלץ להכין לפחות מסקר רקע סביבתי ראשוני שיאפשר לזרות קונפליקטים ולסמן כיווני פתרון, ובهم הגשת הקרייטריונים והכללים לתכנון באזורי רגישים.

איור 5.1 מדגים את שלבי התכנון ואת התהליך המעגלי הרצוי של היזון חוזר (Iterative), שבו משמש ההליך התסקורי כליל, חשוב בתכנון. תהליך איטרטיבי הוא אידיאלי אם מהנדסי כבישים, מתכננים, אדריכלים, אקוולוגים והועסקים בשימור אתרי מורשת יכולים לשלב בתהליך ההתויה והתקנון של הפרויקט היבטים מותחים. תהליך רב-תחומי יוביל לשינויים בתוואי, לתכנון אמצעים למיתון השפעות הקיטוע, ולטיפוסים אחרים של התאימות סביבתיות וኖריות. חשוב להציג ליזמים ולמתכנני הכביש את המסקנות מניתוח הקונפליקטים שהופקו בשלב הערכה, השלב הבא של התהילה.



איור 5.5: תהליך החיזון החזר שבו ההליך הتسويיתי מהווה כלי חשוב במהלך שלבי החיזון עד לאישור התכנית.
הבדיקה הסביבתית המקדימה עוסקת בהיבטים סביבתיים שונים ובכללם אקוולוגיה ונוף. ההליךتسويיתי דו-שלבי יכול לאפשר בחינה מעמיקה של חlopenot שונות ואמייניות, כולל "חולופת האפס".

5.2.4 הליך תסקורי לאורך כל חיiproject

בדיקת התסקיר מוניבת המלצות לגבי ההוראות והתרשיטים שיש לכלול במסמכי התכנית הסטטוטורית כדי להטמעו בהם את המלצות התסקיר.

בארכזות הבritis ובהודו ממדיניות אירופה רואים בהליך התסקיר הילך מתמשך המלאוה את הפרויקט לכל אורך חייו – החל בתכנון, דרך ההקמה וכלה בשלב הפעולה (שלב הקבע), ואף פירוק לאחר סיום תפקידו. בהליך תסקורי זהה מובנים הנהלים המשלבים מעקב וניטור וכן בקרה ודיווח על מידת ההטמעה של ההוראות הסביבתיות שבתקסир בתכנית, על אופן היישום בפועל של הਪתרונות הסביבתיים, על האמצאים הננקטים למניעת מפגעים ועל אופן תפקודם ויעילותם. המעקב, הניטור, הבדיקה והדיווח מוקפים. הם מערכים את מידת ההתאמה של התוצאות בפועל לתוצאות שנחחו בתסקיר, ומאפשרים, על פי צורך, לנקט צעדים לתיקון הנדרש. הנהלים גם מאפשרים לארגן היזם לדיק וליעיל את פעולתו בפרויקט זה ובפרויקטים הבאים. הליכים אלה מחייבים היערכות תקציבית, ארגונית ומוקצועיתiana את זמן אפשרית על פי רוב במצבות הקיימות בארץ, למעט מקרים יוצאי דופן שבהם תכנון הביש, ביצועו ותפעלו לאורך זמן נעשים במסגרת מכרז זכייני (כמו בכביש 6 או בכביש 43). בישראל, לאחר אישורה הסטטוטורי של התכנית, ממונה במקרים מסוימים (למשל בתכניות לסלילת כביש 6) צוות מוקצועי מלאה, שתפקידו לברר ולפפק על הטמעת המלצות ויישםן במסגרת שלב התכנון המפורט וכן גם בשלי הbiauth וההפעלה.

אחת הסוגיות הבritis בהליך התסקיר בישראל היא שתהסס מרגע מבטא מידע וידע הנכונים ליום ערכתו, אך לעיתים חולפות שנים ארוכות ממועד אישור התסקיר ועד לביצוע הפרויקט, ולכן ממסקנות התסקיר והמלצותיו עלולות להתרórר ככל רלוונטיות למציאות שנוצרה בשטח במהלך הפרויקט. לפיכך נודעת חשיבות מכרעת לכך שההוראות התכניות יכולו הנחיות לבחינת נושאים מסוימים בשלב התכנון המפורט לביצוע וכן בתום הביצוע. עם זאת, המצב בישראל מעורר שאלת שיש לשקל בcobד ראש: האם בכל פרויקט יש הצדקה בבחינה תסקרית מקיפה ומעמיקה מאוד כבר בשלבי התכנון המוקדם והסטטוטורי.

להלן נקודות לתשומת לב שימושתים בהליך התסקיר במהלך הפרויקט:

- יש לבדוק שלא תיווצר אי-התאמה בין המלצות התסקיר ובודקי התסקיר לבין ההוראות המופיעות במסמכי התכנית הסטטוטוריים הנוגעות למיתון ההשפעות השיליות של הקיטוע.
- יש להקפיד על: (א) יישום נכון ובמועד המתאים של אמצעי המיתון שנדרשו; (ב) ניטור ההשפעות ובחינה של UILות הפתרונות שהוגדרו בתכנית (אם אכן הוחלט שיש צורך בכך, ראו להלן פרק 9); (ג) בחינת הצורך בנקיטת אמצעים נוספים.
- אימוץ ניהול סביבתי מותאם לדרכים, היכולת תכנון, ניטור ומעקב יכול ליצור המשכיות של בקרה והתאמה ולאפשר:
(א) שיפור הבקרה והמשך ההליך התסקיר לאחר אישור התכנית; (ב) **ליוי על ידי "צוות מלאה"** מוקצועי המבנה לאופן הביצוע של הਪתרונות הסביבתיים מגנונים של פיקוח, של בקרה ושל דיווח. חשיבותו של הצוות המלאה את הפרויקט בשלבי חייו השונים יכולה להיות רבה באצלחת מיתון ההשפעות השיליות, במיוחד בסביבה שרגישה פיתוח ולקיטוע גובהה; (ג) **למידה** של התפתחויות הנוגעות לקשריות ולקיטוע של אי ידועות בעת התכנון והתאמה של אמצעי המיתון למצוות. אימוץ ניהול סביבתי זהה יחייב שינוי בהתאם תקציב הפרויקט.

5.2.5 שיטוף הציבור ושיתופו

הניסיונו שהציבור במדינות שונות (בצפון אמריקה ובאירופה) מראה כי הייעוצות עם נציגי הציבור בשלב חנוכת התכנית מאפשרת זיהוי מוקדם של סוגיות העוללות לעורר מחולקות, עשוייה לתרום להקטנת קונפליקטיבים ואי-הסכמה, ומצמצמת את ההליכים המשפטיים הננקטים כנגד התכנית.

- אף אם אין דרישת סטטוטורית, שיטוף הציבור והייעוץ עם רשותות מקומיות ונציגי ציבור כבר בשלבים מוקדמים יכול להניב יתרונות לטוווח הארוך: קיום דיאלוג עם מוחזקי ידע מקומיים ועם מייצגי אינטראסים שונים ויכולת להכין תכנית מקיפה וטובה יותר העונה על מכלול של אינטראסים ציבוריים.
- שיתוף הציבור אפשרי לא רק כחלק משלב התכנון, אלא גם בניתוח ובעקב המהוים חלק מהניהול הסביבתי של פרויקט, ומוניבים קשרים עם הקהילה המושפעת מהפרויקט. בצפון אמריקה מפותחים בשנים האחרונות מודולוגיה וכליים מתאימים לתהום של citizen science, המאפשר להיעזר בצייר להשגת מידע ובמקביל להגביר את מודעותו ומעורבותו בנושא הקיטוע ובשמירה על המערכות האקולוגיות.

5.2.6 פרמטרים הנבחנים בתסוקיר ההשפעה על הסביבה

cabasis להכרעה בשאלת אם נדרש הימנענות, מיתון השפעות שליליות, פיצוי או שילוב שלהם משמש מידע על הפרמטרים הבאים:

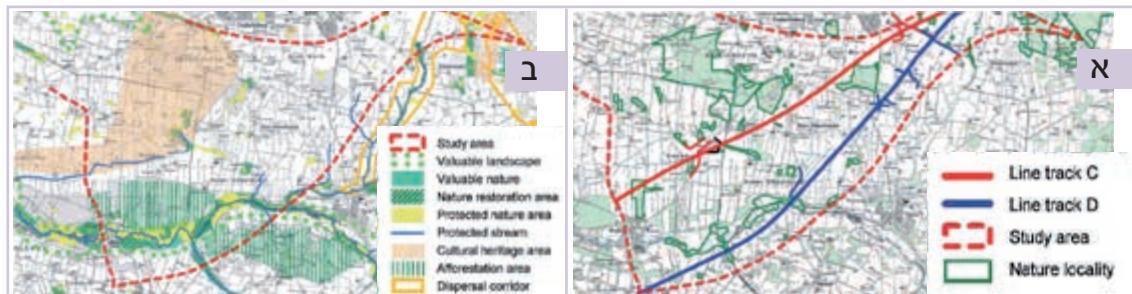
- אזורים מיוחדים לשימור (ברמה האזורית, הלומית והבינלאומית, כמתחייב מאמנה שישראל חתומה עלייה).
 - נוכחות של מיני חי ומיוני צומח נדירים או בסכנת הכחדה (מינים אדומים, כולל רמת הסיכון שלהם); חברות צומח,
 - טיפוסי צומח נדירים או בסכנה ועצים בוגרים. לעיתים הציבור יכול לתרום ידע על התפוצה המקומית של מינים חשובים ושל בתי גידול.
 - אפיקי נחלים ובתי גידול לחים אחרים.
 - נופים שיש בהם ערכי טבע או מורשת בעלי חשיבות לשימור.
 - רשותות אקולוגיות (ecological networks) חשובות: הבנה של הדגש המורשת של אופני קישוריות הקיימים במרחב עבור קבוצות מינים בעלות יכולות תנועה שונות (זאת בשונה מהמסדרונות האקולוגיים שהוגדרו כפתרון או באמצעותם הקשר בין כתמים קיימים).
 - מסדרונות תנועה ותפוצה באזוריים שכבר יש בהם-kitout.
 - טיפוסים אחרים של בתי גידול חשובים.
- בתהליך קבלת החלטות לגבי הימנענות, מיתון ההשפעות ופיצוי אקולוגי ישקלו גושאים אלה לצד תכנון המפרט הטכני ובطיחות הנסעה.

5.3 הערכה של השפעת הקיטוע הנגרם מתחזית תחבורה חדשה

להלן נרחב על היבטים האקולוגיים הנוגעים להערכת השפעות הקיטוע ולתכנון אמצעים למיתון השפעותיו השליליות. חשוב לציין כי את ההערכתה על השפעת הקיטוע צריכים לבצע אקולוגים מנוסים, ביולוגים העוסקים בשימורת הטבע ומומחיהם בתחום הנושא. על הגישה להיות אנליטית ולכלול מרכיב אמפירי ממשמעותי. אף על פי שיש מרכיבים דומים בגישה,ណון בפרט בתחום חדש, בתשתיות קיימת ובדרכו תשתיתית.

באופן בסיסי, ההתייחסות הנוגעת לקישוריות ולהשפעות הקיטוע בתסוקיר ההשפעה על הסביבה כוללת את השלבים הבאים:

- הגדרת המרחב הנסקה.
- שלב של לימוד וסקרת הממצא: מיפוי, ריכוז מידע קיים והיסטורי, סקרי שטח של חי וצומח והערכתה של המאפיינים הטבעיים והקשריות האקולוגיות המורחבות.
- הערכה קל-ונפליקטיבים אפשריים והערכתה של סכנת הקיטוע.
- דיונים עם מתכנני כבישים, מתכננים, אדריכלים ו/cgi שביבה.
- בחינה מחודשת של ההתחוויה ואיסוף מידע משלים.
- בחירת החלופות שייכלו ויידקו בתסוקיר ההשפעה על הסביבה.
- תכנון של אמצעים למיתון ההשפעות ולפיצוי אקולוגי, לפי הצורך.

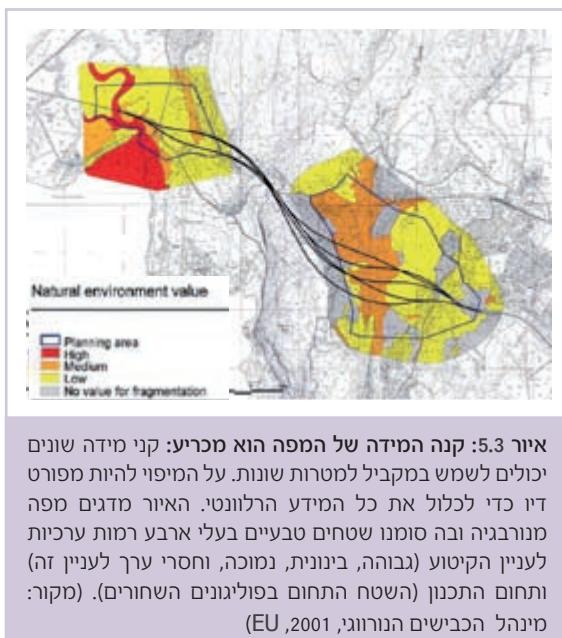


איור 5.2: הגדרת מרחב הבדיקה ומיפוי מידע בו: (א) הגדרה של מרחב הבדיקה יכולה לנوع מסוידרן צר לאזורים שלמים כמשמעותם של נזידה ארוכת-טוחה המ שיקול חשוב. האירור מגדים מרחב בדיקה שהורחב כך שיכלול שטחים שיש להם חשיבות לשימורת הטבע; (ב) דוגמה למיפוי מידע מרחבי באותו היליר תסוקיר: יש למפות את המידע הרלוונטי כך שיתאפשר בתהליך ההיזון החזר של תכנון והערכת ההשפעות. השימוש בשכבות מידע ובסימנים משמעותיים מסייע לתקשורת בין המעורבים בתהליך (דיקטוריון הדריכים הדני 2001, EU)

הגדרה נcona של מרחב הבדיקה, אפיון של המידע שאפשר לאסוף מבחןת סקירת המצוי וכן הדין במתודולוגיה של ההערכת האקוולוגית, של קביעת הקритריונים, ערכיהם וشكلיהם – כל אלה חשובים במיוחד בשלב התכנון המקדים/טרום תסקיר לשיפור הבסיס העבודה את בחינת החלופות. בשלב התכנון המפורט, לצורך התכנון הסופי של האמצעים, יכול להידרש איסוף חומר משלים בשטח, זאת בכפוף להנחות ולהגדרות שעלייהן הוחלט בתスクיר.

5.3.1 הגדרת מרחב הבדיקה

הגדרה ברורה של מרחב הבדיקה (קביעת התיכום הגאוגרפי) עוד בשלב התכנון הראשוני לצורכי סקר המצב הנוכחי הסביבתי והאקוולוגי היא חיונית לבחינה משמעותית של סוגיות הקיטוע. באופן כללי, על מרחב הבדיקה העוסק בענייני קיטוע להיות גדול באופן ניכר בשטחו מרחב המסדרון שבו אמורים למקם את התוואי המדיוק לתשתיות. זאת לאחר שבחינת סוגיות הקיטוע מצריכה ראייה מרחכית כוללת יותר מאשר חום שנקבע על ידי "הקו הכחול" של פרויקט כלשהו בתוספת "טוח ביחסון" קטן ומוגדר מראש (איור 5.2א'). על מרחב הבדיקה להיקבע לפי מבנה הנוף, נוכחות כתמי בטיח גידול ומוקורות אחרים לקיטוע במרחב. להגדרת מרחב הבדיקה יש להתחשב בקני מידה אחדים (איור 5.3):



- **קנה המידה הלאומי:** מאפשר בדינה של נתיבי נדידה ארוכת-טוח, של צוואר בקבוק מקומיים ואזרוריים ושל הקישור בין אוכלוסיות מבודדות, אף אם אין השם שוכן באופן קבוע באזורי. קנה מידה של 1:250,000 יכול להתאים לבדיקה ברמה זו.
- **קנה המידה האזרחי:** מאפשר התמקדות בהשפעה של התשתיות, בדינה של מוחסמים אחרים המצוים באזורי, בבדיקה הקישוריות מבחןת טופוגרפיה, בבדיקה של שטחים מייערים וכו'. אחת המטרות החשובות היא לתאר את התדריות ואת המיקום של אמצעים לMITON השפעות הקיטוע. קנה מידה של 1:50,000 יכול להתאים לבדיקה ברמה זו.
- **קנה המידה המקומי:** מאפשר בדינה מפורטת של השטח, כולל מיקום של אוכלוסיות ובתי גידול. מידע שימושי כולל תצפיות ממוחשיים או מוחבבים מקומיים, ממפקחים, מאנשי יער או מציגים. אחת המטרות החשובות היא להגדיר את התדריות המכדייקת, את המיקום ואת הממדים של האמצעים לMITON השפעות. קנה מידה של 1:10,000-1:5,000 יכול להתאים לבדיקה ברמה זו.

גודלו של מרחב הבדיקה משתנה בהתאם לצפיפותם של שטחים בנויים ושל רשת התשתיות באזורי: ככל שאזור מיושב בדלילות רבה יותר כר' יבדק שטח גדול יותר ויישא שימוש במפות בקני מידה אחדים: לניווט והבנה של הקיטוע חינוי מבט כללי על האזורי (למשל 1:25,000 או 1:100,000) או מילוי 1:1:25,000 (חלקה 1:1:10,000 או 1:1:25,000).

5.3.2 סקירת המצוי

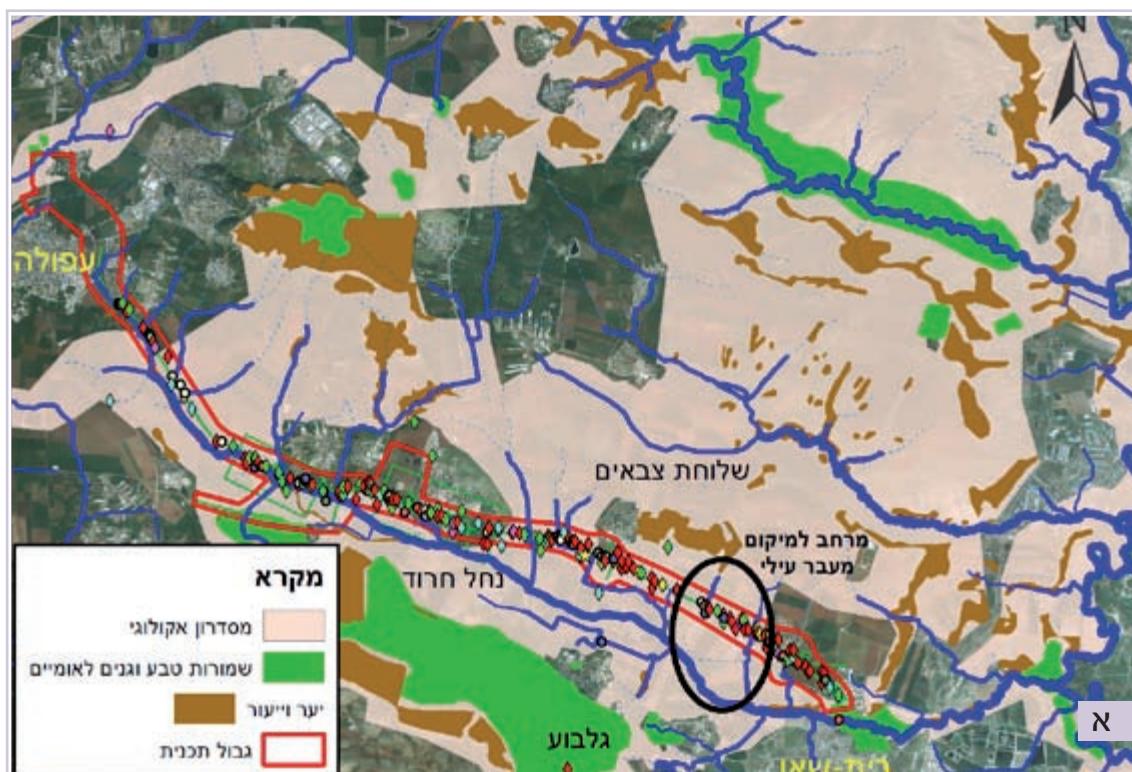
- בשלב זה מרכזים מסמכיו התכנון, רישומות המינים מסקרי השדה ונתוני המיפוי. המאפיינים שמשמעותם הם אלה:
- **המסגרת החוקית והסטטוטורית:** מפות של שטחים מוגנים סטטוטורית: בתמ"א 8 (לגנים לאומיים, שמורות טבע ושמורות נוף), בתמ"א 22 (לעיר וליעור) בתמ"א 13 (חלקה לחופים: ים תיכון, ים המלח, כינרת, מפרץ אילת ותកנות להגנה על שטחי חוף), בתמ"א 34/ב/3 (חלקה לניקוז ונחלים) וכדומה.
 - **מרכיבים בולטים בנוף או בשטחים פתוחים:** ערוצי נחלים, מאפיינים לנאריים אחרים, כתמים גדולים של צומח אופייני, בתים גידול ייחודיים, רצפי שטחים פתוחים לא מופרים, שטחי חוף ושטחים פתוחים חשובים לשימירה כמו מפת המסדרונות האקוולוגיים הארץית וייעודי שטחים פתוחים לשימוש.
 - **אזורים שיש בהם עניין מיוחד מבחינת צומח או חי,** לרבות מסדרונות תפוצה או תנואה, שטחים שיש חשיבות בהגנתם מותקף מחזיבות לאمنות בינלאומיות שיישראל חתומה עלייהן (כמו האמנה להגנה על מינים נודדים או האמנה להגנה על בית גידול לחים (ראו מסגרת בסעיף 4.1).

- מידע על מינים: נוכחות של מינים מוגנים, אנדמיים, נדירים, בסכנת ההידול, ריכוזים של מינים או ריכוז של אתרי רבייה או חירפה ייחודיים של בעלי חיים. חשוב לשים לב למינים ולבתי גידול בסכנת הכהה ול"אתרים חמים" (hotspots) – שיש בהם ריכוז גבוה של מגוון מינים כולל או של מינים בסכנה) שאופיינו מרחבית על ידי הצלבה בין מידע אקלורי לבין מיופי מרחבי בקני מידה שונים של מידע גאוגרפי (ראו למשל בדוח מצב הטבע 2010).

יש למפות את כל שכבות המידע המרחבי – מידע על משטחי הסביבה המצוי לעיל ומידע על רשת התשתיות – רצוי באמצעות מ"ג. על המידע לככל נקודות קונפליקט של הפרויקט עם נתיבי תנועה ונדייה של בעלי חיים, אפשרות של השפעה שלילית על שטחים רגשיים, קיטוע של בתים גידול ערכיים וכדומה (איור 5.2 ב', איור 5.4). פירוט נוסף על שכבות המידע הזרמיות להערכת האקלוגיות רואו בסעיף 6.2.

חסר במידע מקומי מספק מחייב להגדיר מושב החלה מודעת אילו נתונים עובדיים אפשר לאסוף במסגרת הבדיקה וכן לשלב בין מידע זה לבין הערכות מומחה ואיסוף מידע מהציבור. כיוון שבישראל המידע האקלולוגי-זואולוגי המפורט הנדרש לצורך קבלת החלטות מקומיות או אזוריות בנושא קישוריות וקיטוע (כגון מידע על אוכלוסיות בעלי חיים, גודלן, מצבן והאופן שבו בעלי החיים משתמשים בשטח) הוא לחוב מועט ביותר, חשוב מאוד להגדיר מהו המידע שיכול להיאסף בשטח, באיזה התקופה, לגבי אילו מיני בעלי חיים ומה שזמן שיוקצה לכך.

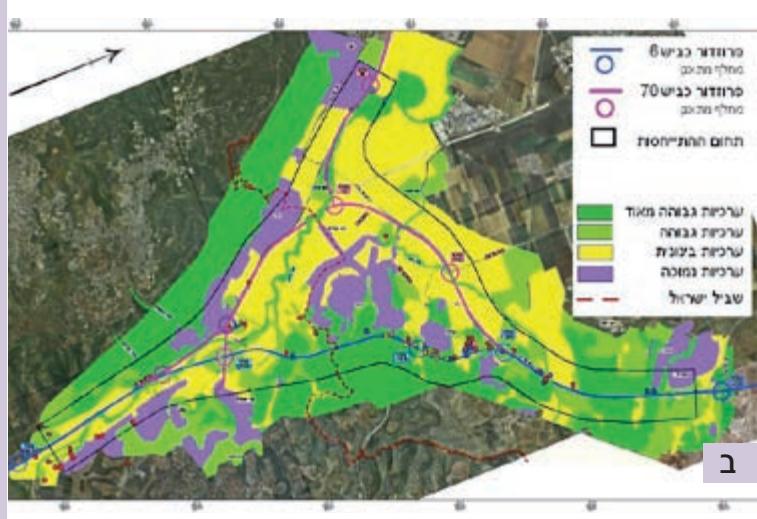
נתונים וחוויות אלה צריכים להיות מוחזקים כבר בשלב התכנון הראשוני כיוון שהם חווונים לבחינה אמיתית של חלופות שונות. במהלך איסוף המידע בשטח יכול להתעורר צורך באיסוף נתונים נוספים שלא הוגדרו במפרט הריאוני. ידועו הציבור כבר בשלב זה יוכל להניב, מלבד יתרונות השקיפות והחשיבות בדילוג עם בעלי עניין אחרים, גם גנטאות מקורות מידע מקומי שלא ניתן לאנשי המכצע.



איור 5.4: אינטגרציה של משתנים

:

במהלך הבדיקה:
(א) מיופי תכונות על דרישות בעלי חיים בעמק חרוד בשנים 2008-2000 (נתוני רט"ג) על רקע מפת מסדרונות אקלוגיים, שמורות טבע, גנים לאומיים, יערות ונחלים. הבדיקה בקנה מידה רחב מאפשרים אפשרות של מעבר עלי סימוקם ויתוכנן במהלך התכנון המפורט, והרחבת במרקם זה את תחום "הקו הכחול" כדי לאפשר תכנון מיטבי של המעבר ושל רמות הנשיאה אליו;
(ב) מיופי ערכיota אקלוגיות של מרחב התכניתית ושל מוקדי עצים ומינים אדומים חשובים לשימור במהלך בדיקת חלופות לקטע 3 של כביש חוצה ישראל. (מקורו: רון פרומקין)



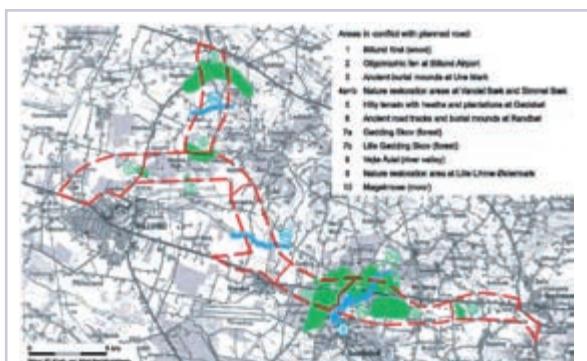
5.3.3 תהליכי הערכה האקולוגית

ערכי הטבע במרחב הבדיקה מוערכים כדי לזהות סוגיות אקולוגיות שיש להתייחס אליהן. על תהליכי הערכה להתבסס על אומדן איכותי וכמותי, ככל שניתן, של:

- מגוון בתבי גידול;
- גודל הכתם/שטחו של בית הגידול;
- רמת ההפרעה למערכת האקולוגית (בהווה וצפוי לעתיד, פירוט גורמי ההפרעה השונים, כולל נוכחות מינים פולשים של צומח וחוי ומינים מותפרצים);
- נדרות בתבי גידול;
- מצב שמורת הטבע/מצב סטטוטורי;
- מרכיבים חשובים בנוף;
- עושר המינים;
- נוכחות של מינים אדומים, מוגנים, אנדמיים או מינים בקצה גבול תפוצתם (מינים פריפריאליים);
- אוכלוסיות של מינים הנמצדים באזורי או אוכולוסיות של מינים שיש להם חשיבות לשימורת הטבע מסווגות (מינים סטטוטוריים, "מינים דגל", "מינים מטריה"); נוכחות של עצים בגנים (עצים בגנים הם לרוב מיני מפותח במערכת האקולוגית ויש חשיבות למיקומם ולתפקודם גם מבחינת הקישוריות בנוף);
- החשיבות והפוטנציאל של המרחב לשימושי פנאי ונופש, וההפרעות לבני הרים הכרוכות בכך;

כל חלופה לתוואי מוצגת במפה המציגה את השפעת התוואי ואת רגישות האזור. על המפה להראות את:

- גודל בתבי גידול ומיקומו, לרבות כתמים קטנים וմבודדים הממוקמים בכל אחד מצד התוואי;
- הגודל המשוער של אוכלוסיות משנה צדי התוואי, ככל שהדבר ידוע (אוכלוסיות קטנות וմבודדות הן תמיד פגיעות יותר מאשרות);
- המיקום היחסי, הפרישה המרחבית והמרחק בין כתמים (פרגמנטים) של בית גידול מוקוטע;
- מסדרונות התפוצה והנדידה, אם קיימים, וכן רישות תנואה של בעלי חיים וקישורות אקולוגיים ונופים, רצפי שטחים פתוחים ושטחי שהייה ומנוחה שאינם בהכרח בית גידול טבעי אך יכולים לשמש מסדרון אקולוגי;
- פוטנציאל השיקום של בתבי גידול;
- אפקט החיז שהתשתיית על בתבי גידול קטנים כמו בריכות חרוף או בריכות קבועות שבנה אוכלוסיות של דו-חיים;
- אפקט החיז של התשתיית לגבי שטחי פנאי ונופש ונגישות הציבור אליהם וביניהם.



איור 5.5: דוגמה למיפוי קונפליקטים במסדרון מוצע לתוואי: נוף ומורשת, פנאי ונופש והיבטים אקולוגיים. על האמצעים הגורפים להבליט את הנושא: במקרה זה – כתמי בתי הגידול המקטועים והשטחים הפתוים המשמשים לפנאי ונופש לצד התוואי המוצע.
(מקור: מינהל הדרכים הדני: EU)

ה美貌ות הן הבסיס לניתוח ההשפעות האפשריות של התוואי ולזיהוי קונפליקטים בין מאפיינים טבעיים לבני תוואי החלופות המוצעות (איור 5.5).

יש להשתדל לקיים מבנים מוחבאים קווים המקשרים בין כתמים של בית גידול ובין אוכולוסיות. תשומת לב מיוחדת יש להפנות לערכי נחלים ולבטי גידול לחים אחרים, למסדרונות של שטחי חורש ויער, או לרשת כתמים של צומח טبعי יותר בתוך רצף שטח פתוח המעובד אינטנסיבית. אלה יכולים להיות המפלט האחרון של מיני חי וצומח מסוימים. בכל חלופה יש להעריך את האפשרויות לחיצית התשתיית על ידי מבנים שונים בהתחשב בטופוגרפיה: גשרים, מנהרות, מעבירים מים וכו'. את מידת הצפיפות של האמצעים למיתון ההשפעות יש לבסס על מחקרי רגשות, אם קיימים כאלה (על צפיפות האמצעים ראו להלן סעיף 7.1).

לאחר שישיולי הקשריות והקיוטו הופנו לצד שיקולים אחרים בבחירת החלופות, יש להעמיק בחלווה הנבחרת ולפרט את האמצעים הנדרשים למיתון ההשפעות השליליות, לשיפור הקשריות והקטנת אפקט החיז ולמזעור התמזהה. בשל זה חשוב לבחור תחילה את מיני היעד לכל סוגי אמצעי, ורק לאחר מכן את מיקום האמצעים וציפיותם.

כיוון שחלק מההחלות מבוססות על הערכות מומוכה בהיעדר נתונים וולבן הן תחזית, חשוב בשלב זה: (א) להגדיר את הנחלים שחייב להופיע עליהם בתקופת ההקמה כדי למנוע את הפגעה במיניהם, בבטיח הנידול ובמערכות האקוולוגיות; (ב) לציין אם יש צורך בתכנית ניטור, ואם כן, לציין את המשתנים שחייב לבדוק בתקונית זו: מה הם הקriterיוונים להצלחה, מי המינים במקד הנטטור, מה הן הדריכים שבהן יהיה אפשר לשפר ולתקן את האמצעים למיתון אם יתרור שימושיות שונות המצב בפועל שונה מה המצב החזוי (בשל שיקולים שונים, נתונים לא מלאים, התנהגות שונה מהציפוי, אירועים ונסיבות שלא נחש מראש וכו'). אם הוחלט על פתרונות שיש בהם שימוש לבן שימוש של בעלי חיים – יש לבחון אם להטיל סיגים מבחן אופני השימוש האנושי, עיתויו ותנאיו.

5.3.4 שיקולים בבחינת החלופות

aphael הריגשות הסביבתית מבוחנת הקיטוע לצורך השוואת בין חלופות מחייב מודעות לקשי המתודולוגי בגיבוש הקriterיוונים ואמות המידה לבחינת חלופות, וכך להימנע מתוצאות לוואי לא רצויות (*artifacts*) הנובעות משיקולי מתודולוגיה שרירותיים הוא מצריך לבחון טווח של אופני שקלול. לעומת זאת, חשוב ליהו שילוב בין מרכיבים סובייקטיבים-ערכיים לבין שימוש במתודולוגיה ופרוצדורה אובייקטיבית לטיפול בקריטרוונים שהתקבלה לבניהם החלטה. יש לבחון את המרכיב הסובייקטיבי/הערבי:

- בהגדרת הקriterיוונים עצמן;
- בהחלטה על אופן מתן הערך לכל קriterיוון – איקוטי בסקרה יחסית, איקוטי אבסולוטי או כמותי;
- במשקל היחסי שנינתן לקריטרוונים שונים בשקלול הכלול;
- בהבנה שמדדרג של קriterיוון אחד אינו בהכרח בר-השוואה באופן כמותי למדדרג של קriterיוון אחר, ולכן צירופם המספריא לשקלול יכול להיות עיתוי;
- באפשרות (הספציפית לפרוייקט ולמצב) לכלול טווח מלא של ערכי מדרג לקיוטוון אחד ולא לקיוטוון אחר, עובדה המקשה על השקלול בינהם.

לעתים הניסיון להשתמש ב"כלים מדועים" מביא לעירוב שגוי בין מדים מטיפוסים שונים (משמעות איקוטי סודר, משמעות איקוטי מונה, משמעות כמותה) ולnisיון שגוי לא พฤษภาคม לחבר ביניהם ולקבלם מספרית במצב שבו אין קשר ואיןיחס בין הדירוג היחסי של קriterיוונים שונים שהוגדרו בהתאם הבדיקה (למשל השוואת בין שיקולים הנוגעים למידת הנגשנות, להיקף תפיסת השטח, למידת הפגעה בערכי טבע ונוף ומורשת לשימור, למידת הפגעה במערכות אקוולוגיות, למידת הפגעה במים עליים ומִי תהום, למורשת תכנן אפשרית ולעלויות). רצוי לבצע מבחני וגישהות ולבוחן טווח של אופני שקלול וכמה אפשרויות למתן ערכיהם כדי לבחון עד כמה ההחלות לגבי המתודולוגיה עצמה יכולות להטות את התוצאה לכיוון חלופה מסוימת ואם חלופה אחת עדיפה על אחרת באופן מובהק.

את דירוגן של חלופות התוארי ואת הבירה בחלופה המעודפת חשוב לבסס על הקווים המנחים שלhallן (פירוט נוספת ראו גם בפרק 6):

- יש להימנע מקיטוע במיוחד באזוריים בהם בעלי חשיבות גבוהה לשימור ובאזורים שכיוון אין בהם קיטוע.
- יש לשמור את התפקיד של מסדרונות התפוצה של בעלי החיים. התבליט (גבועות ועמוקים) מאפשר לעיתים קרובות לצמצם את אפקט החץ של תשתיות. יש להתחשב בערכי נחלים, בשורות עצים וברצפי צומח אחרים.
- רצוי למקם את התשתיות במסדרונות פיתוח/תשתיות כדי להימנע מיצירת קיטוע נוסף בשטחים פתוחים טררים נפגעו או בכאה המופיעים ככתמים גדולים ופחות מופרים. עם זאת, יש לזכור כי לעיתים עיבוי תשתיות מוגדל את אפקט החץ – כביש רחב או כביש ומסילה הצמודים זה לזה יוצרים חץ רחב יותר שאינו עבר.
- יש להקפיד על שימור רצפים של שטחים פתוחים כמו עמקי נחלים או קווי חוף וקווי רכס או מצוק.
- יש לשקלול רציפות שטחים פתוחים ומופיעים ביולוגיים ואקוולוגיים לצד שיקולים טכנים, אסתטיים ויזואליים: האם האטר בעל חשיבות אקוולוגית נבואה? האם אפשר לשנות את התוארי? האם תיירות פנאי ונופש חשובה באזור זה?
- חשוב לכלול בבחינת החלופות את הטווח המלא של האוימים על מערכות אקוולוגיות מרחב הבדיקה, ולהעניק את ההשפעה הסביבתית הישרה, העקיפה, המצברות, הסינרגיסטית, ולאורך זמן של כל חלופה על בעית הקיטוע ועל יציבות האוכולוסיות של מינים. כמו כן רצוי לכלול בשיקולים לטוווח הארוך גם התיעחות לסוגיות מרכזיות כגון שינוי אקלים וסכנות מינים פולשים.

החלות נבונות בשלב זה יכולות לצמצם צורך באמצעות אמצעים למיתון השפעת התשתיות לאחר מכן.

5.3.5 תכנון לשלב הביצוע ולשלב הפעלה

כבר בשלב התכנון, במהלך בחירת החלופה המועדפת וסיום התסקור יש להעניק תשומת לב גם להיבטים של ביצוע, ניטור והערכה:

- במופרטים הטכניםים למכרז ובוחזים עם הקובלן יש לכלול שיקולים הנוגעים לקיטוע ולשמירה על שטחים מפגעה, לרבות מיקום שטחי התארגנות, תקופות פעילות בשטחים רגניים במיוחד להפרעות עונתיות כמו אזרוי כינון ורבייה, הגדרת עונתיות וזמןן מדויק של טיפול בצווחה (איסוף ואופיטים, הcntת עצים להעתקה, איסוף צמחים וזרעים המשתלה כדי שייהיו זמינים לשיקום הנופי ולעיצוב הצומח במערכות בזמן שיידrho, הקצת שטחים לעירום עפר ולשמירת עתודות של שכבת הקרקע העליונה לצורכי השיקום הנופי-אקוּלגי) כדי למנוע את הנזק בזמן העבודה ולאחר מכן שיקום מיטבי לאחר מכן.
- יש לכלול בתכנית הנחיתות לפיקוח על הביצוע הכלולות נקודות מיוחדות לשימושם שטחן הימנענות מפגעה במרוכבים טבעיים וบทפקודם: הקפדה על המפורט בסעיף למעלה; קביעת אתרי התארגנות בשטחים מופרים; פיקוח על שפוך; הימנענות מפגעה בערוצי זרימה ותנועה; מזעור הפרעות ראש, תארוה וחיהומים שונים בזמן ההקמה; תכנון שלבי העבודה כך שבכל עת יאפשר לבני חים לתבב הշזה את התוואי, ולא תיווצר חסימה מוחלטת לתקופה ארוכה; בוחינת הצורך בגידור כבר בתקופת העבודה.
- יש לכלול בתכנית הנחיתות לנוקדות לבדיקה, ליבורת ולתיקון בשלב התפעול, לרבות הנחיתות לגבי תדריות הבדיקה הנדרשת (עד על כרך ראו להלן פרק 8) לפי בית הידול ומניין היעד שהוגדרו.
- יש להגדיר ולתאר מטרות ברורות לפתרונות שנבחנו וקריטריונים ברורים להערכת מידת הצלחתם. יש לקבוע אם נדרש תכנית ניטור, ולכלול את המטרות ואת הקריטריונים הללו כהנחיות לתכנית זו: השאלות בסיסיה, מניין היעד, מועד התחלתה, משך הניטור והתדריות שבה ישנה ניטור זה עם הזמן, האמצעים המומלצים לניטור והקריטריונים להערכת הצלחה. יש לזכור כי אם מתאפשר, תכנית ניטור טובה מתחילה עד לפני ההקמה. רצוי לאסוף נתונים על המצב לפני ההקמה לפחות פעם אחת, זאת לצורך השוואה עם הניטור לאחר מכן (3 שנים), ושלב זמן זה במהלך הכלול של שלבי העבודה (ראו להלן פרק 9). חשוב ביותר לדאוג לתקצוב מוסדר של מהלך ניטור, כיוון שחלקן, אם לא כלו, יעשה לאחר סיום הביצוע.

5.4 קיטוע על ידי תשתיות תחבורה קיימות

אמצעים סטטוטוריים כמו הליך תסקיר, שננקטו כדי להתחשב בהשלכות של קיטוע בתים גידול, מופעלים במקרים של שינוי המצב הקיים – הקמתן של תשתיות חדשות (סעיף 5.3), ובחקלא מהמקרים של שדרוג תשתיות קיימת (סעיף 5.5 להלן). בנגדו לכך, איןאמצעים סטטוטוריים שמטרתם לוודא מציאות פתרון לביעות החיז' ולשפר את הביצועים האקוּלגיים הקשורים לפקוד תשתיות קיימות. בנושא זה עוסק סעיף 5.4 של פnick: באפשרות לשיפור ללא תליך סטטוטורי, עם ובלי שדרוג הנדי.

5.4.1 המטרה: מיפוי החיז' לצורכי שיפור הביצועים האקוּלגיים ופתרון קונפליקטים

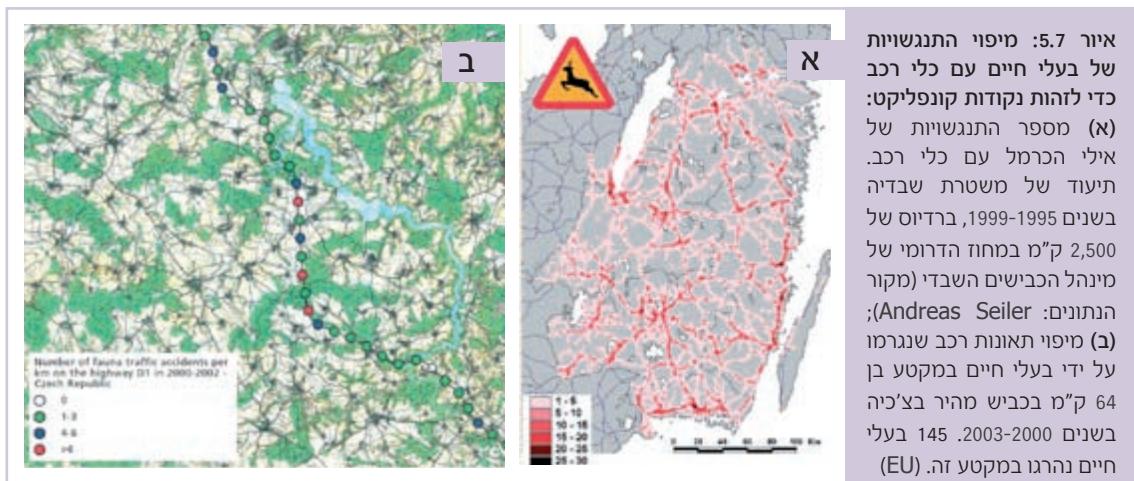
חשוב לציין כי החוקים העוסקים בהגנה על חיים הבר, ובמיוחד על מינים הננתנים בסכנת הכחדה, מציבים בפני העוסקים בש�មירותם על פי חוק אתגר מורכב גם לדרישות בכבישים ולסוגיות הקיטוע. יש להזום והן לנוקוט אמצעי זהירות נוספים להגנתם של מינים בסכנה, שעל פי הידע שבדינו הדרישה בכבישים היא מרכיב ממשוני בין גורמי התמותה שלהם. להלן נציג את השלבים לטיפול בסוגיה. מתודולוגיה פשוטה מאפשרת לעורוך סקירה כללית של אפקט החיז' של תשתיות קיימות. על השיטה לכלול:

- זיהוי נקודות הקונפליקט ומיפוי
- סקר של נקודות הקונפליקט ותיאורן
- המלצות על אמצעים לצמצום אפקט החיז'
- קביעת סדר עדיפות למשימות

המטרה במיפוי המחסומים וביצירת תמונה מרחבית של כלל החיז' היא לזהות נקודות מוגדרות או מקטיעים שבהם יש קונפליקט בין הכביש הקיים ואופי פעילות התחבורה בו לבין קשרויות בטבע: קשרויות במוגנים שהם חלק מרשת התפוצה וה坦ועה הכלכלית – האזרות או הארץ (למשל נחלים ועמקים נחלים או כתמים ורכפים של חורש ויער) – או קשרויות בין כתמי בית גידול או אזרוי תפוצה שחשיבותם מקומית.

מעבר לכך, המטרה היא לאבחן איפה אפשר **לשפר** את אמצעי המיתון הקיימים בכביש וכיצד, ואיפה יש צורך **להוסיף**

אמצעים כדי לפצות על ההשלכות השליליות הנובעות מהכביש ומאופי הפעולות של התנועה בו (דוגמאות למיפוי של כל החץ ברכמה מערכית וברמה מקומית ראו גם סעיף 4.4). המתוודולוגיה לגישה זו מפורטת עוד להלן בסעיפים 5.4.4-5.4.2.



5.4.2 זיהוי של נקודות קונפליקט ומיפוי

הקריטריונים לזייהו נקודות הקונפליקט בין כביש קיים לבין מרכיבי המערכת האקוולוגית זהים לאלה המפורטים בהערכתה האקוולוגית בסעיף 5.3.3. בנוסף יש להתחשב גם במידע על:

- מקטעי כביש שנמצא שיש בהם ריכוז גדול של פגימות כלבי רכב בעלי חיים (איור 5.7, אך ראו גם סעיף 6.2.3.).
- מיקום של מעברים קיימים, עליים או תחתים, המאפשרים לחוץ את התוואי ומשמשים את האדם – לתנועה וריגלה של כל רכב, לדרכי נופש או לשימוש חקלאי.

5.4.3 סקר של נקודות הקונפליקט ותיאורן

את המיפוי של נקודות הקונפליקט יש ללוות בתיאור מפורט של כל האתרים שנסקרו, לרבות תיאור המבנים והמאפיינים המקוריים, מיקומם, הטיפוס שלהם ותפקודם. כן יש לתעד את מצבם של המבנים המקוריים, של הגידור, של הצמתים, של השוליות ושל הצומח. חשוב לבצע גם הערכה ויזואלית של כל אתר כדי לסייע לאופטימיזציה של התכנון לעידוי התפקודים והאסתטיים כאחת.

דוגמה: זיהוי מסדרונות תנועה לעלי חיים בשוויץ ושווייץ



לאחר זיהוי של נקודות קונפליקט, מיפויו ותיאורו המפורט, כולל תהליכי הערכה גיבוש המלצות הנוגעות לאתרים ולנקודות שיש לטפל בהם ולשפר את חידוריהם כדי לצמצם את אפקט החץ. המלצות יכולו בדרך כלל לשינויים במקומותמים, במנהרות ובגשרים קיימים, התקנה של מעברים או של מנזרות חדשות או נוספים, שתילת צמחים ושינויים בעובי הקרקע.

ככל, הקמות מעברים על פני מתחמי קיימים היא יקרה יותר מאשר בניית מעברים במהלך בניית מבנים חדשים. עם זאת, בחלוקת גדול מהתשתיות הקיימות אפשר לה汰ים מבנים קיימים כמו מעבורי מים וגורים כדי לספק אמצעים למיתון השפעות השיליות. כמו כן, בעזרת שינויים קלים אפשר לה汰ים מעברים המועדים לבני אדם כך שיוכלו לשמש גם בעלי חיים. ישראל היא מהמדינות צפופה-האולסן בעולם המערבי ורמת הקיטוע של השטחים פתוחים בה גבוהה (בעיקר מוקם באර שבע צפונה). לפיכך יש לשקל לימוד מעמיק מהנעשה בהולנד, מדינה צפופה ביותר אף היא, שבה מוקדים תשומות לב ומשאים רבים להצלת בעלי החיים שנותרו בה ולשיקום הקישוריות, בין היתר על ידי הקמת מעברים עליים ארוכים הנועשת לאחר איסוף מידע ותכנון מוקפים ביותר.

על המלצות לצמצם אפקט החץ כלל:

- תיאור של הקритריונים ששימושו לזייה נקודות קונפליקט ולאיתו
- תיאור של המטרות והיעדים (אילו הם מימי היעד ואילו מינים נוספים צפויים להשתמש באמצעות האמורים)
- תיאור של התאמות ושל השינויים הנדרשים (במבנה, במדים ובחומר)
- אפשרויות חלופיות
- הערכה גסה של העליות

מערכת להערכת מידת חידירות המעבר (PAS) Passage Assessment System

5

מתודולוגיה חדשה להערכת מידת החידירות של תשתיות תחבורה קיימות לבני חיים ישבתיים – מערכת להערכת מידת חידירות המעבר (PAS) – פותחה בשנת 2011 במדינת וושינגטון בארצות הברית. המערכת הדינמית, שאפשר לשנותה בהתאם לעדרוני ממצאים מושתתת להענין את התנאים והervletות הסביבתיות לתנועה מזויה הרואה כל קבוצות מינים של בעלי חיים, להבין את הצרכים, לעורק הכללות המסייעות לתהליכי התכנון, לפתח אסטרטגיות מיתון העונות על ארכאים אלה, ולהגיע לפתרונות מටבים מבחינת עולות-תועלות.

- בסיס שיטת PAS עומדת מערכת המשלבת שני אופני סיוג: (א) סיוג ומין של בעלי חיים לפי התנוגותם ולפי האופן שבו הם תופסים מעבר פוטנציאלי. מימי בעלי החיים (הרלונטים לצפון ארה"ב וקנדה) חולקו ל-8 קטגוריות לפי אופי תנועתם ולפי האופן שבו הם משתמשים במבנים קיימים, לרבות מאפייני המעבר המעודדים עליהם (בעיקר מידת "פתיחות" שנדרשת בתכנונו) כפי שנלמד מניסיון העבר; (ב) יצירת מיליון מונחים מסווח לתיאור מגוון המבנים בכביש שיכולים לשמש למעבר בעלי חיים. המבנים בכביש חולקו לפי תפקודם ל-7 טיפוסי מעברים תחתים ועליים.
- כמו כן פותח קритריון להערכת החידירות. הקритריון מסתיע בתוצאות מחקרים ליזיה ולאיפון הגורמים שעשויים להשפיע על מעבר בעלי החיים (למשל: ממד המעבר, מצע הקרקעית במ עבר, כיסוי הצומח, מאפייני הנוף והשימוש האנושי).
- מערכת כזו להערכת מכלי העבודה הזמינים בתכנון: לסייע באפיון אזורים חשובים לקישוריות, בהגדלת חידירות התשתיות ברמה המקומית (רמת הארץ), ובתכנון אמצעי מיתון מתאימים לשיפור החידירות. השימוש במערכת מחייב זיהוי מוקדם של מקטעים שבם חשוב לטפל (בשל קטיעה של מסדרונות תנועה של בעלי חיים, מספר דרישות גדול או אזורים שימושיים לפירוקים בעתיד הקרוב) ושל מימי היעד שבית גידולם נקטע או שהוא שוכן בסמוך לכביש (минימallyDISTANT).
- שאלון ההערכת מנהה את המשtamש למפות את המבנים הקיימים בכביש ולסwoג כל אחד מהם לפי הפוטנציאלי שלו ל��פקד כמעבר למימי היעד: מי מהם אפשר לדרגך שיתאפשר למעבר, וערצת כלים המציעים איך לעשות זאת. גם אם מידת העילות של אמצעי המיתון לא נחקרה עבור מין מסוים, שיבוצו לקטgorיה המתאימה לו יכול להקל על האפשרות להתקאים את פתרונות המיתון לצרכיו.
- בעבודה שולב מידע מחקרי שנאסף לפני כן על מידת השימוש של מינים במערכות מיטיפוסים שונים עם מידע שנאסף במיוחד במהלך מחקר זה בכמה סיטואציות גאוגרפיות ות恂וריות (ב-7 אזורים במדינת וושינגטון המציגים אזורים אוגרפיים שונים, וכבישים שלהם גלים שונים, נפח תנועה שונים ומבדלים שונים של מעברים). זאת כדי לאמת את ההשערות על מאפייני הסיוג של קבוצות מינים שונות, וכך להבין טוב יותר את התנוגותם של בעלי החיים המקומיים ואילו טיפוסי מעברים אכן יכולים עברו טיפוסים שונים של בעלי חיים. בין היתר, תוצאות מחקר השדה הניבו מממצאים מפתיעים על מינים מקומיים אחדים בנסיבות ספציפיות, ואף הדגשו את הצורך בקים מספר מעברים באוטו איזור כדי לאפשר בו זמני תנועה של מימי טורפים, של טרף או של מינים מתחרים מבעלי ש irritasyo זה את זה (בשל אינטראקציה בין מימי בעלי חיים).
- כדי להפעיל מערכת כזו בישראל נדרש מידע תחומי מكيف יותר על אופי השימוש של בעלי החיים המקומיים במבנים הקיימים באזורי גאוגרפיים שונים ובצירופים שונים של מאפייני הכביש ומשמעותו הקרקע הסמוכים לו.

לפרטים נוספים על אפשרויות התכנון המפורט, על בניית מעברים לבני חיים ועל אמצעים נוספים למיתון השפעות הקיטוע ראו פרק 7.

קשה לשרטט קווים מינחים כלליים לקביעת סדר העדיפויות למשימות הנדרשות בשל השינוי בתנאים האקלוגיים, במצב השטחים הפתוחים ושימושי הקרקע ובמצב התכני מואזר לאזור ו莫名其妙 ל蹶ה. עם זאת, בטוחו הארוך יש לקבוע סדרי עדיפות שיבטיחו אינטגרציה של רשות הקישוריות האקלוגיות כולה. במקרים מסוימים יהיה צורך לשמר בית גידול מקומי עברו מוסים, ובקרים אחרים לא ניתן לשפר את המצב באופן מעשי, למשל בגליל מיקומו הטופוגרפי של הכביש. יתרה מזו, במרבית המקרים נכון יותר לתת עדיפות לשינויים קטנים, ברורים וקלים לביצוע במערכות קיימים, או לחלופין, לשנות שגורת תחזקה.

כך מנהה בסיסי לטיפול במקטעי תשתיות שבהם נדרש להוסיף אמצעים למיתון השפעות הקיטוע:

- יש לתת קידימות לטיפול באזוריים שבהם מתקיימים קריטריונים אחדים לנקיות קונפליקט.
- התועלת לטוחו הארוך הנובעת מהתקנת אמצעי המיתון צריכה להישקל מול העליות.

5.4.5 השקתה התנועה (traffic calming)

השქתת התנועה על ידי הקטנת ממדי התשתיות עשויה להיות אמצעי הולם להקטנת כמות הדרישות ולצמצום הקיטוע של בתי גידול. במצבים מסוימים סגירה עונתית או זמנית של כבישים היא הצד המתאים אם הבעיה מוקדמת מאוד במקום ובזמן. כך למשל, סגירת זמנית של כבישים יכולה למנוע דרישות של דו-חיים נדירים בתקופת הנדידה שלהם (לפרטים נוספים על אמצעי זה ראו סעיף 7.5.1).

5.4.6 פירוק תשתיות

תשתיות חדשה נבנית יש לשקל פירוק של תשתיות ישנה. האפשרות לצמצום אפקט החיז' על ידי צמצום ממדי כביש או פירוק צריכה להיבחן מול הצורך לבביש הישן ומידת השימוש הצפואה שתיעשה בו.

בקרים אחדים באירופה פורקו מסילות ברזל בלבד או חלקן, והתוואי שלן משמש כיום מסדרון ירוק חיווני באזורי עירוניים או בשטחי קללות אינטנסיבית. במקרים אחרים תוואי רכבת ישנים משמשים שביל נופש (ראו סעיף 7.5.2).

5.5 שדרוג תשתיות תחבורה

שדרוג של כבישים ומסלولات ברזל כרוך על פי רוב בהרחבות התשתיות, ומכאן בהגבלה אפקט החיז'. השדרוג כרוך לעתים בבדיקה הצורך ועלייה יותר של מקטעים מסוימים לאורק התשתיות. אם התשתיות הקיימת נבנתה ביליה בhabiya בחשבון אמצעים למיתון השפעות השליליות, עבודות הבניה מספקות הזדמנויות לשלב בה אמצעים חדשים. על פי רוב, הקמה של מעברים על פני מחסומי תשתיות קיימים היא מרכיבת וקרה יותר מאשר בניה של מעברים על פני כבישים חדשים.

מחקרים סביבתיים שנערכו לקרה של הכמה המכורע עלולים להיות שלא בתקוף בעת תכנון השדרוג, ולעתים קרובות נדרשת הערכה מחדש. כך למשל, ניתן שיקיטו שנגרם על ידי תשתיות קיימת השפיע על האזור, ובקרים כזה קרוב לוודאי שהשפעותיו מתקיימות לצד ההשפעה של גורמי קיטוע אחרים ולצדஇים אחרים על המערכות האקלוגיות שהופיעו אף שלא נחזה מראש בהערכת הסביבתיות המקורית. בדרך כלל שדרוג של תשתיות קיימות מצריך הינה של תסקיר השפעה על הסביבה המשלב את המרכיבים בתהליכי שתוארו בסעיפים 5.4-5.2. גם במקרים זה אפשר:

- לעורק נתוח ודרוג של סדרי עדיפות לטיפול על ידי מיפוי התשתיות שמיועדת לשדרוג והנחה שכבת המיפוי האזת על שכבות של מאפיינים טבעיים וKİיטוע קיים.
- להזות אזורי קונפליקט בין מאפיינים טבעיים לבין התוואי.
- לדון בהשפעות האפשריות של התוואי. יש להתחשב ברגשות של בתיה הגידול לקיטוע, בכשור הנידות של מניין בעלי חיים הרלוונטיים, בגודל תחום המחייב שלהם ובמידת היותם ונגישם להפרעות. חשוב ביוור להתחשב גם בהנחה שדרוג כביש יוביל להרחבתו, לנפח תנועה גדולים יותר, למehrות נסעה גבוהה יותר ולהוספת גדרות ומעקות בטיחות, ובכך יגדל אפקט החיז'.

מטרה של ניתוח זה היא לתאר אפשרויות להגביל את הקיטוע המוגבר שייגרם מהתשתיות המורחבות או לשקל חלופות מתוך התחשבות בעבודות שלhalbן:

- קשה להרחיב כבישים ישנים ומתקפלים במיוחד ולהתאים אותם לסטנדרטים עדכניים של איכות ובטיחות.
- הכיש המורחב יוצר חיזיון גדול יותר והרחבתו מגדילה את אורךם של המעברים התחתיים החוצים אותו מצד לצד.
- מעבר ארוך וחושך יותר מרתיע בעלי חיים מסוימים מהשתמש בו. לפיכך, ניתן שידרשו גם מבנים בממדים גדולים יותר (רוחב וגובה) מלאה שהוא בכיש לפני שדרוגו.
- במקומות מסוימים, בניה של תשתיית חדשה המותאמת לנוף בעזרת גשרים ארוכים ומעברי רצף יכול להיות יותר ידידותית לסביבה מאשר ניסיון לממן השפעות שליליות של המchosומים הנגרמים מהתשתית הישנה שהונחה בעלי' שיישקו השפעות על קישוריות ועל בטיחות.

5.6 עלות ותועלות

ההילך תכנון של תשתיית חדשה או שיפור של תשתיית קיימת כולל שיקולים כלכליים של עלויות ושל ההשפעות הכלולות הצפויות מהפיתוח, ובهن התועלות, שמניבה ההשקעה הכספייה. על פי רוב קשה לכמות במונחים של ערכיהם כספיים פשוטים את התועלות של ההשפעות הסביבתיות הנובעות מהכללת אמצעים לミיטון ההשפעות השליליות של התשתייה, וכן לעיתים קרובות ממשיים לצורך זה העיקנון של ניתוח עלות-תועלות או הגישה של "הנכונות לשלם". שיטות אלה מבוססות על חישובים כלכליים כספיים, וכי להציג ניתוח מלא של ההשפעות והשלכותיהן יש להשליךן בעדרת תיאור של התועלות הלא-כספייה.

במסגרת השיקולים של עלות-תועלות יש לכלול שיקולים שעוניים הגנה על מערכות אקולוגיות ומצער השפעות קיטוע. מטרתם של שיקולים אלה לשמר על אינטראס ציבורי-לאומי בדבר משאב הנמצא בהתמצאות מתמדת ולפיכך ערכו (אם אין סחיר) הולך וגדל. יש לבחון שיקולי עלויות לטוחו קצר לעומת העליות לטוחו הארוך, וביחסובים הכלכליים השפעות אקולוגיות יש לכלול השפעות מצטברות ואפשרות להשפעות הקשורות לשינוי אקלים שקשה לחזותן או לאומדן מראש.

הчисובים ותיאור העליות והתועלות משתמשים מאזור לאזור, ועליהם להתבסס על נתונים ומכבים מקומיים. פירוט נוסף של השיקולים הכלכליים מופיע בסקירה האירופית שהוכנה לפרויקט COST 341.

5.6.1 תיאור העליות

לאורך תהליך התכנון נבדקים בעת ובונה אחת משתי תכנון רבים, והפתרון המוצע הוא לרוב תוצאה של כמה גורמים תפקודים, כלכליים וסביבתיים. בידוד העליות הקשורות לענייני קיטוע יכול להיות מואוד קשה. גישה מושלבת ותהליכי תכנון איטרטיבי יסייעו בפיתוחפתרונות יעילים בעליות נמוכות ובתועלות מרובות. לעיתים קרובות בחירת הפתרונות הנקבעת על ידי הטופוגרפיה יכולה להקטין במידה ניכרת עלויות של אמצעים למייטון ההשפעות. במקרים אחרים השימוש בחומרים עודפים, כגון עדפי חפירה לבנייה של מעברים עליים, יכול להיות פתרון שעלותו נמוכה יחסית.

תיאור של סך העליות הקשורות לענייני קיטוע צריך לכלול:

- עלויות הנובעות מהימנעות מקיטוע על ידי בחירה של תוואי ארוך או יקר יותר.
- עלויות הנובעות משימוש באמצעים למייטון ההשפעות השליליות ובגידור המותוספים לפרויקט למטרות של צמצום הקיטוע.
- עלויות הנובעות מהמגבלות על אופטימיזציה תפקודית או היבטים תפקודיים אחרים של התשתייה.
- עלויות הנובעות מהשימוש באמצעים של פיצוי אקולוגי הנדרש בגלל קיטוע הנגרם מהכיבש.

5.6.2 תיאור התועלות

תיאור של סך התועלות הקשורה לענייני קיטוע צריך לכלול:

- תועלות אקולוגיות הנובעת משימור ארוך-טווח של הטבע ושל המגוון הביולוגי בכלל.
- תועלות נופית ותועלות אקולוגיות הנובעות משמירה על הקישוריות בנוף.
- תועלות הנובעת משימור בתיכון למינים רגשיים.
- תועלות הנובעת מהתאנות הנגרמת בגלל בעלי חיים ומערכות בהן כל רכב.

בشكلו של העליות והתועלות אפשר לבטא את הערך של הטבע ושל שימושו המגוון הביולוגי גם באמצעות הגישה של "הנכונות לשלם", אם כי זו robusta מפונית התועלות הנובעת מתקוף אקולוגי. ניתוח התוצאות הנובעות משימוש בשיטות אלה ופירושן צריך להתחשב בכך שהימנעות, מיתון או פיצוי על קיטוע בתיכון מניבים תועלות לטוחו ארוך, וכי

לעתים קרובות תועלת זו היא בלתי הפיכה או שאין לה תחילף. לעיתים התועלת עשויה להתגבר עם הזמן כיוון שפיטתו תשתיות חדשות במרחב מוביא בעקבותיו השפעות משנהות של עיר ושינויים נוספים בשימושי הקרקע המוגברים את לחץ הקיטוע, וכן ערכה של כל התועלת שהושגה עד שלב זה חשוב יותר. חישוב סך התועלת צריך לפיך להבਆ בחשבון את היעילות ארוכת הטוח של הימנעות ושל אמצעים למיתון השפעות.

חשוב לציין שלפעמים, בהיעדר נתונים עובדיים מסוימים, נקבעת הגישה של "עקרון הזירות המקדים", ועליה הדרישה למספר גדול ביותר של מעברים ללא שהוא גיבוי עובדתי מספק לנחיצותם מבחינותכמות או המודדים שנדשו. רצוי להניח תשתיות עובדיות טובעה ככל האפשר ומצקה מדעית לדרישות אלה, ולהתמקד במיini יעד שאופינו חשובים ביותר לכל אזור ואזור ובפרטונות שנונות ממנה לבקשת הגדולה ביותר של מינימם מתוך הבנה שעל פי רוב קשה ליזור פתרונות שייענו על הצרכים של כלל המינים החיים במרחב נתון.

5.6.3 השקעות קטנות בתשתיות קיימות

בעזרת שינויים או התאמות קטנות יחסית אפשר לעיתים לשדרג מבנים קיימים על כבישים כך שיתפקדו כאמצעים למיתון השפעות שליליות. השקעות בשינויים כאלה לא יהיו בהכרח החשובות ביותר להקלת החיצ', אבל הן יכולות לשפר את החידרות של התשתיות ולספר את הקישורויות בין השטחים הפתוחים הסובבים. במקרה זה, גם השקעה בעליות נמוכות יכולה להביא לתועלת ניכרת. ניתנת התוכנון המומלצת מהתוארה בסעיף 5.4.

5.6.4 אורך החיים של הਪתרונות

אורך החיים של הימנעות, של אמצעים למיתון השפעות קיטוע ושל פיצוי אקולוגי הוא קריטי. מומלצים ביותר פתרונות יציבים ומאריציים, ובכללם מבנים הנדסיים שהיו עמידים לאורן שנים, זאת כיוון שבשלבי חיים יכולים להיות מאוד רגשים להפרעות זמניות הנובעות מחידוש ומשיפוץ של אמצעים למיתון השפעות, והדבר יכול להגביר את אפקט הקיטוע. פתרונות שהם זולים בטוחו הקצר עלולים להוביל לתחזקה יקרה יותר ולאיים על הירוניות ארוכ-הטוח. מחוות ראייה של עלות-תועלת יש לתכנן ולבצע אמצעי מיתון שישרדו לזמן ממושך כמו התשתיות עצמה.

5.7 פיצוי אקולוגי

5.7.1 התפיסה של פיצוי אקולוגי

על אף השימוש בתכנון טוב ובאמצעי מיתון המכונים למונעה או לצמצום של השפעות שליליות על בתים גדולים טבעיים, אי-אפשר להמנע מהשפעות שליליות של פיתוח תשתיות. במדינות רבות באירופה ובצפון אמריקה הביאה הבניה זו לפיתוח התפיסה של "פיצוי אקולוגי". פיצוי אקולוגי משמעו שיש לפתח ולטפח בתים גדולים טבעיים מסוימים ואת איכויותיהם (כמו בתים גדולים לחים, חולות, חורש טבעי, יער פרארק, בטה או ערבות בני-שיח) אם הם מושפעים לרעה על ידי פרויקט שעבר הליכי אישור.

פיצוי אקולוגי מכון להגברת חלוקם של האינטראסים של שמירת הטבע בתכנון ובקבלת החלטות בפרויקט, והוא שואף לפתרון של "אפס אבדן נתו": כמובן, החלטת הפיצוי תביא לכך שהאמצעים יאזורו את הנזק האקולוגי הצפוי לאחר שהפיתוח יאשר. אפשר להגדיר פיצוי אקולוגי כצירה, כሻוזר, כשייקם או כתיפוי איכויות של בית גידול מסוימים כדי למסקל-נגד לנזק האקולוגי שנגרם מפיתוח התשתיות. מותוך מטרות אלה עולה כי פיצוי אקולוגי הוא פתרון שיש לנקטו כמוצר אחרון – יש לשקל אותו כמשמעותו התכנוני החדשניים, ובכללם האמצעים למיתון השפעות השליליות, אולם יכולם למונע נזק. אין לשקל פיצוי אקולוגי כפעילות המאפשרת למפתחים להשיג אישורים על ידי תשלום כספי שייעוד לבטל את ההתנגדויות הסביבתיות.

5.7.2 פיצוי אקולוגי חלק מתפיסה של שמירת הטבע

האמצעים לפיצוי אקולוגי שונים בתכלית מאמצעים לשמרה או לטיפוח של ערכי טבע קיימים (מדיניות שמירת הטבע). עם זאת, יש לנקט אותם בהתאם לעידים של שמירת הטבע המקומית והלאומית. בוגדים לשיקום נופי ולאמצעים למיתון השפעות השליליות, הפיצוי האקולוגי מותבע לחוב מוחץ לתchrom הניהול של הכביש המהיר. כיוון שיזמי פרויקט התשתיות אחראים ליישום אמצעי הפיצוי, על חברות אלה להשיק מוחץ נכבד להשגת קרקע בשכונות לפROYיקט התשתיות למטרות הפיצוי. על ידי איתור הולם של האתרים המיועדים לפיצוי, למשל אתרים המושרים מרוחבית לשמרות טבע או לשטחים פתוחים שיכולים להיות רשות תנואה אקולוגית, אפשר לשמור או לטפח את התפקיד ואת יחס הגומלין האקולוגיים.

כיוון שהכלים הstattotoriים כמו הפקעות שטח, המאפשרים למפתחים להשיג קרקע מבעליה לצורך פיצוי אקולוגי, הם מעטים, פיצוי זה נעשה על פי רוב על בסיס וلونטרי, והוא מעون בהסכם בין מפתחי הפרויקט, רשות או ארגונים לשניות הטבע, בעלי הקרקע ובעלי עניין אחרים.

בישראל נושא הפיצוי האקולוגי אינו מוסדר באמצעות חקיקה, סמכויות או ניהול תכנוני-stattotori, ולכן הוא קשה יותר לביצוע: לזמן המפתחים יש על פי רוב יכולת פעולה רק בתחום "הקו הכהול" שהוגדר, וحصرם להם המגמות המונחיות שתאפשר להפעילו. יש עדין לבחון אם אפשר להתאים פתרון זה למציאות הארץ, ואם כן – כיצד. פירוט נוסף ראוי בנספח 10.4.

הפיצוי האקולוגי בדרך

אף על פי שבישראל טרם הגיעו למצב שבו פיצוי אקולוגי מעונן בהליךstattotori ומשיקם שטח זה בהיקף של השטח שנפגעה והן באיכותו, הרי שמתיחילה לחלה אצלו התפיסה שאפשר לשיקם או לשדרוג בתיגודלו או לשפר את הקישוריות לאחר פגיעה שנגרמה לבתי גידול טבעיות עקב פיתוח התשתיות:

- בכיביש 531 מתוכנת הקמה של ברכת חורף בשטח המשוקע בתוך מחלף כ翱ן של פיצוי אקולוגי על גרעינה ועל פגעה בתפקודם של שטחי ברכות חורף מדרום, באיזור הבאה מצפון להרצליה, באופן וلونטרי על ידי החבורה הלאומית לדרכים/מע"צ. כוון הדבר אפשרי רק בתחום תחומי פרויקט.
- במקביל להקמתו של קטע 18 בכיביש 18 בחוץ ישראל העובר באיזור רמת מנשה, ואף על פי שבקטעה זו הוגדרו אמצעים רבים למחוז הרשעות השילתיות של הקטוע על ציר מרכז-מערב (שי מעברים עליים, גשרים ארוכים, מעבורי מים ומערכות תחתיים אחרים, ג'דה), מומנה על ידי היזם גם הקמה של מעבר עליי מעלה כביש 70, מזרחה לבת שלמה: במקום לבנות ברמות מנהה מעבר רצף שרוחבו 200 מ', הוקם מעבר רצף שרוחבו 150 מ' בלבד, ומעבר עליי נוסף לבני חים שרוחבו 50 מ' נבנה מעלה כביש 70. אף ש מבחינה "כמותית" אין הבדל בשטח הכלול של מעברים העליים שנבנו, הרי מבחינה התקופוד האקולוגי מדובר בפיצוי שמאפשר לך מוסדרון אקולוגי נסוף וחשוב, המגדיל את הקישוריות באיזור גם על ציר צפון-דרום אל מעבר לכביש 70.

5



צילומים: תמר אחירון-פרומקין

5

6

כליים נוספים לתכנון ולהערכת אקלוגיות

6.1 שילוב של תשתיות תחבורה בנוף

6.2 מושבים וכליים הזמינים להערכת אקלוגיות בשלבי התכנון

6

- פרק זה מתאר בפירוט ובאופן עמוק יותר שני היבטים בתכנון:
- א. העקרונות ונוסאי המפתח לשילוב מוצלח של כבישים מהירים ושל תשתיות תחבורה אחרות בנוף, בשטחים פתוחים ובבתי הגידול הסמכים. בהיבט זה של תכנון מופנה הדגש לעניינים הרלוונטיים למצוור הקיטוע של בית גידול.
 - ב. משאבים וכליים שאפשר להשתמש בהם כדי לבדוק את ההערכה האקולוגית בדבר השפעות הקיטוע והן את אפיון האמצעים הנדרשים למיתון השפעות אלה ומיקומם המרחבי.

6.1 שילוב של תשתיות תחבורה בנוף

6.1.1 ההשפעה הפוטנציאלית של פיתוח תשתיות על תצורות הנוף

בנייה של תשתיות חדשה יכולה להשפיע על התרבות ועל תצורות הנוף (landform) בדרכים אחדות:

- (1) אבדן בתים גידול וקיוטום, גם בהיבט הנופי
- (2) שינוי במפלס מי התהום ושינויים במערכות ניקוז ודפוסי הרים
- (3) יצירת מחסום פיזי והפרעה חזותית בגליל:
 - נוכחות התשתיות עצמה
 - עבודות עפר נרחבות
 - סוללות עפר החוץות עמוקים ונופים שטוחים או נמוכים וחוסמות אותן
 - חפירות הגורמות לקיטוע בתים גידול ויוצרות צללות בנוף גבעי או הררי
 - צמתים גדולים היוצרים מחסומים לתנועת בעלי החיים ומעמיקים את הפלישה לשטח הפתוח

6.1.2 הגישה הרב-תחומית

6

התוויה מוצלחת ותכנון נופי רגינש לשכיבה יכולים לסייע להשפעות השליליות שהזכו לעיל על תצורות הנוף, ולסייע לשילוב המיטבי של תשתיות תחבורה בנוף. במהלך פרויקט ניתן לישם זאת על ידי עבודה צוות רב-תחומי של מהנדסים ואנשי סביבה. החלטות התכנון תהייבנה לאזן בין האילוצים הסביבתיים לבין העליות, אך בסופו של דבר תהיה תלויות באפשרות היישום ההנדסי ובשיקול הבטיחות (ראו גם סעיפים 4.3 ו-5.6). עם זאת, יש לשקל שינוי של הסטנדרטים ההנדסיים (כמו מהירות תקן או שיפועים) כדי שיהיה קל יותר להתאים למוגבלות הסביבתית. המטרה העיקרית בתכנון היא ליצור קו תשתיות הרמוני המשתלב בסביבה הטבעית, ובה בעת לשמר על הרבה הקישורויות לחיו ולצומח מתחחת לתשתיות ומעליה ולמצער את ההפרעה והפלישה של האלמנטים ההנדסיים לשטחים פתוחים.

6.1.3 עקרונות למיתון השפעות השליליות

- זהר הטובה ביתו לモמן השפעות שליליות כהכח בבעיות תוויא שפגיעה בנוף ותיהיה הפחotta ביתו וליישמה לצדי תכנון מתחשב בסביבה. העקרונות הבסיסיים בתכנון כזה הם הימנענות מנזק או מהשפעות שליליות ישירות, ואם הדבר אינו אפשרי – מיתון השפעות אלה (ראו סעיפים 6.1.6, 6.1.4 ו-6.1.8). במקומות שבהם אי-אפשר לממן את ההשפעות במידה מסוימת יש לשקל פיצוי אקולוגי (ראו פרקים 4 ו-5). לכל שיקולים ועקרונות נוספים בנוגע למיתון ההשפעות:
- חשוב להפנות תשומת לב מיוחדת לתכנון מפורט של עבודות העפר. אלה חיוניות למיתון מוצלח של השפעות התשתיות, יכולות לסייע בהטמענות התשתיות בנוף (ראו סעיף 6.1.5).
 - כדי להתקין באופן המיטבי אמצעים למיתון ההשפעות יש להשתמש במלא הכלים החוקיים להשתתת שטחי קרקע או להשתמש בפרוצדורות ובאישורים הנוגעים לשימושי הקרקע.
 - במקרה שבו הכביש או המסללה משפיעים על שטח מוגן או על שטח שנגישו האקוולוגית או הנווטית לפיתוח גבואה, חשוב לבחון אפשרות סטטוטורית לשני שטח נוספת על מנת לתמוך באמצעים לפיצוי אקולוגי, לפתח שטח זה ולתזקזו בהתאם. אין יש להגדיר מראש ובאופן ברור את תחומי האחוויות של הרשות והגופים השונים המעורבים בכך.
 - יש לבחור בתכנון המפורט המאפשר תחזקה יعلاה לטוח אורך ולהיות מודעים למוגבלות הקשורות לתנאים באתר מסוים.

- יש להקפיד על שיקום הנוף והצומח. חשוב לוודא שתוצאות הנוף החדש ומבנה הקרקע שלה מאפשרים נטיעות יUILות או שיקום צומח באופן הולם. תכנון הנטיעות (דגם המינים והרכבם) שואף לשקף את הנוף הסמוך ונמנע מיצירה של מסדרון צומח ייחודי ושונה מסביבתו (ראו סעיף 6.1.7). לפיכך יש לשקם במידת האפשר את הדגם הקודם של גבולות שדות, חורשים, יערות וכו'.
- על צוות הפרויקט להגדיר יעד תכנון ונוהלי תחזקה ברורים לכל אחד מהמרכיבים הנכללים בתכנית.

6.1.4 גיבוש התוואי

אימוץ תוואי המתאים לפני השיטה הטבעית הוא עיקרונו חשוב. הוא מאפשר לשלב את הכביש בנוף, לצמצם את הצורך בעבודות עפר, ולמזער את ההפרעה לשימושי קרקע סמכוכים. הקו המנחה בבחירה התוואי הוא להתאיםו לטופוגרפיה, וכי למזער את הפגיעה בבתי הגידול וקיוטעם להיעזר באלמנטים הנדסתיים לניצול מרבי של האפשרויות לקישוריות מעלה ומתחת לתשתיות. גיבוש התוואי ותכנון עבודות העפר צריכים להלום את קנה המכידה הנגדל של הטופוגרפיה והן את קנה המיידה הקטן של תוצאות הנוף. בהמשך סעיף זה נציג עוד עקרונות לגיבוש התוואי ולהקנון המפורט בנופים שונים. עקרונות אלה נוגעים להתחזקה בנוף הררי או גבעי, בנופים שטוחים, בחצית נתבי מים ולסוגיות הקשורות לצמתים ומחלפים.

- ככל, על צוות הפרויקט לפעול לבחירת,toואי אשר:
- ממזער אבדן של שטחים פתוחים ושל בתים הגידול שביהם;
- שואף לשמר קישוריות באמצעות שימוש המקיים את הרץ הנוף מעלה פנוי התשתיות או מאפשרים לרץ הנוף להתקיים תחתיה;
- תואם לתבליט ולתצורות הנוף הקיימות;
- מצריך עבודות עפר בהיקף הקטן ביותר;
- למנוע מגעעה באתרים החשובים לשמרות הטבע, ובמידת האפשר מנגן על מושבים שאינם מתחדים (כמו עצים קשישים או עצים בעלי מופע ייחודי).

על התקנון המתאר והמפורט של התכנית להתחשב במילוא טווח הסטנדרטים האפשרים להתחזקה במישור האופקי והאנכי גם יחד. סטנדרטים אלה מושתים בכידה רבה בהתאם לאופי התשתיות. למשל, בכביש הררי חד-מסלולי בעל נתיב אחד או שניים שה坦ועה בו מעטה היינו רדיוסי סיוב קטנים ושיפורים תלולים יותר מאשר בכביש דו-מסלולי בעל שלושה נתיבים שנפח התנועה בו רב ומהירות הנסעה בו גבוהה יותר.

מיותן הסטנדרטים למהירות טען, למשל, יכול לסייע במצעור השפעות על אזורים שיש להם חשיבות לשמרות הטבע והאת בלי להתאפשר על בטיחות הנסעה. נוכחותם של מינים מוגנים, נדררים או אדומים ושל בתים גידול בסכנה יכולה להשפיע עלבחירה התוואי ועל עבודות העפר הנלוות במציאות הפתרון התכנוני. הצורך להגביל חידורה של התוואי לבתי גידול ערוכים עשוי לדרש פתרונות חדשניים בתכנון המפורט כגון שימוש במבנים הכביש עובר בחפיריה או מתן עדיפות לשימוש בגשר ארוך ונמוך על פני שימוש בסוללת עפר.

הגיב לטופוגרפיה – לרכסים ולעמקים

בתכנון התוואי חשוב לפעול לגיבוש פרופיל תכנוני המשקף את הטופוגרפיה המקומית: דירוג הסוללות והחפירות כך שייאימו לשיפורים בנוף הסובב ושימוש בהן כדי למזער הפרעות של רעש ושל תאורה הכרוכים בכביש. תכנון התוואי יכול להגביל לטופוגרפיה המקומית בכמה וכמה אופנים:



איור 6.1: תכנון נוף שפועל להבטיח התאמאה מובית של תוואי הכביש מהיר לתבליט: בעומק A4/A46 ליד העיר באט' שבאנגליה נעשה שימוש רב בדירוג, בחפירות דמה ובסוללות נמוכות כדי למסך את התנועה ולמזהג את השיפורים בעדינות בנוף הסובב. (צילום: EU: Highways Agency, UK)

- תוואי כביש הממוקם למרגלותיו של רכס מרכזי אפשר לתשתיות להישאר נשורת מהein. גם גבעות קטנות מאפשרות ליצור התוואי וגישה לסביבה ולנוף: הנמכת מפלס התשתיות אף בחמשה מטרים יכולה להקנות מיסון יעל. בסוג פתרון זה התועלות לבני הרים שבסביבה כוללת מפלסי רעש נמוכים יותר וצמצום הפרעות מוארות של כל רכב.
- אף על פי שלרוב יש להימנע מהתווית דרך על קו רקיע, למעבר תוואי על קו רכס יכול להיות גם יתרון סביבתי – הימנעות ממעבר תחתית عمוק,



איור 6.2: שיפורים מודרניים מסוימים להתחזנות הכביש בנוויל: (א) מעקף A27 בבריטניה, דרום אנגליה, למען שימור טבע ונוף, תוואי הכביש עבר בשוליו גבעות באזרה. דירוג החפירות והסוללות לשיפור של 1:6 מאפשר להתאים את הכביש למאפייני הנוף. (צלום: UK Highways Agency EU); (ב) כביש 40 בין רכס חלקיים לצומת טלים מושתלב בטופוגרפיה ומפותס באופן מותן במעלה הגבעות המקיפות את נחל בוקר. (צלום: תמר אחירון-פרומקין)

שם יכולות להיות לו השפעות ניכרות, למשל על בתוי גידול לחים. במקרים מסוימים שבם התשתיית מטפסת כלפי מעלה או עוברת במדרון לצד העמק, מידת החדרה שלה לשטח הפתח הסובב יכולה להיות משמעותית. במקרים כאלה יש לתכנן בקפדנות את עבודות העפר ואת מיקומן. כדי להימנע מעבודות עפר בקנה מידה גדול אפשר לעקוב אחר קווי הגובה במעלה שיפולי העמק (איורים 6.3-6.1). דרכים מפוזלות ושחזור שיפורים על ידי דירוג קווי גובה הם פתרון תכנוני אפשרי נוספת. יש לשם לב שלא לדרג שיפורים שבם יש בתוי גידול ערכים או מינים חשובים לשיכור.

- אפשר לנצל הזדמנויות למיקום מקטעים קצרים של הכביש על גשרים נמוכים כדי לשמר מרכיב של קישוריות בנוף (ראו בהמשך).
- אפשר למקם את תוואי הכביש מתחתיתו של עמק אבל רק אם הדבר אינו פוגע בערכוי זרימה (או אם הפגיעה בהם ממזערת), כיוון שערכוי הזרימה הם מרכיב לינארי מרכזי בקשרוות האקולוגיות.



איור 6.3: תוואי כביש העוקב אחר קו רכס ואינו נכנס לעמק הנהר: השולים שוקמו כרך שיצמח בהם צומח האופני לאזרה, קמבריה באנגליה. (צלום: UK Highways Agency EU)

- יש למזער קיטוע של בתוי גידול על ידי הטמעה של נקודות הח齐יה המיעודות למניין היעד בתוך התכנית. כיש סוללות נמוכות או כביש מוגבה אך כמעט אפשר לעשות זאת על ידי שימוש במעברי מים שבם דרגשים יבשים המתאימים למעבר בעלי חיים, או על ידי התקנה של מנהרות ייעודיות לקבוצות מסוימות של בעלי חיים (כגון דו-חיים או חוליתנים שנודלים ביןוני ומטה כנריות ודרבניים).
- יש למקם את תשתיות התחבורה נמוך ככל האפשר, אך עם זאת באופן שיאפשר למקם במיקומות המתאימים מתחת לתוואי אלמנט קישוריות שגבוהו מספק למעבר בעלי חיים, כגון מנהרה ייעודית או מעבר תחתית אחר.
- התוויה המתבססת על מאפיינים קיימים של טופוגרפיה, ניקוז וצומח היא לרוב הטובה ביותר.
- יש להשתלב בנוף ולעקוב אחר התוואי של דפוסים קווים בולטים שקיימים בו, כגון תלות או שורות עצים.
- נופים שטוחים, בעיקר בתווי גידול לחים, הם לעיתים קרובות בעלי ערכות גבואה לשימרת הטבע, כרך שיש למשר את הפרת הקרקע בהם. אם הדבר בלתי נמנע, השימוש בקשר ארוך (ויאדוקט) נמוך עשוי להיות הפתרון הטוב ביותר לח齐ית בתוי גידול לחים.
- יש להימנע מסללות תלולות הבולטות בנוף. גשר ארוך הוא פתרון עדיף אם הוא מצליח לשמר את הקישוריות עבור מני היעד (איור 6.4).

חצית עמקים

בעמקים אפשר להעביר תשתיית תחבורה על גבי סוללה או באמצעות גשר ארוך (איורים 6.5-6.4).
לגרר ארוך יתרונות סביבתיים הכספיים לבחירה של נקודת הח齐יה המתאימה. גשרים מתאימים לעמקים צרים שמדרוןיהם תלולים מכמה סיבות:

6



א



ב

איור 6.4: שני אופנים למעבר מסילת רכבת בעמק: (א) גשר במבנה פתוח במסילת הרכבת באזורי מחלף ענבה מאפשר המשיכות הנוף על תפקודיו השונים מימי הגשר, כולל דרך חקלאית. מעבר לבנייה הגשר נשמרת הנצפות, דבר שיכל לעוניוק לבעלי חיים המעדיפים נוף פתוח תחושת ביחסו ולעוזdam לחוץ תחת הגשר. (צילומים: תמר אחירון-פרומקין); (ב) סוללה ומעלה מסילת הרכבת בבקעת צין, הבקעה שטוחה ורחבה והסללה יוצרת מתחם מסוים, עם זאת דרך שירות העולה בשיפוע מותן יותר לראש המסילה יכולה לסייע לתנועת בעלי החיים ולאפשר להם לחצות את הסוללה בither קלות. (צילומים: רון פרומקין)

- הם ממחקרים תפיסת שטח וקידטו עמוק בעמק כי הם מאפשרים למרכיבי טבע שיש עניין בשימוריהם, כגון נתיבי זרימת מים, להתקיים באופן רציף תחת המבנה.
- הם משמרים קשריות לתנועה של מניינים בעלי חיים.
- הם משמרם נצפות במעלה העמק ובמורדו.

לפירוט נוסף ראו סעיף 7.3.1.

לעתים סוללות מתאימות יותר לעמקים רחבים ורדודים מסיבות אחדות:

- הן יכולות לשמר מידת מוסיפות של קישוריות באיכותם מערביים ומעברים תחתים במקומם הולם ובמוכדים מתאימים. במקרים מסוימים הנמכת התוארי ("הקו האדום") אפשר בנייתו של מעבר עלי.



ב

א

איור 6.5: שני אופנים לחצית עמק שזורם בו נהר: (א) הסוללה היא מבנה דומיננטי אך תשומת לב ניתנה לשימוש המאפיינים והצורה של הנהר מימי צדי הכביש. הכביש המהיר M40 במחוז אוקספורד, עמק נהר צ'רוויל (צללים: EU: Highways Agency, UK); (ב) גשר ארוך (ויאדוקט) ממחער תפיסת שטח וקידטו עמוק בעמק ומאפשר לננתבי מים ולערכי טבע אחרים רצף תפקודי תחת המבנה. ואידוקט זה נשא את הכביש המהיר A9 על פניו בית גודל לח חשב המקייף את הנהר מינו בגבישיה שבצפון ספיד. (צללים: AUDASA, ספרד; EU: Highways Agency, UK)

6

- ניתן לשלבן בתוצאות הנוף הסמכות על ידי שימוש נבון בעבודות עפר ובנטיעות.
- הן אפשרות הزادניות רבות יותר לניטעות וכן תורמות למיסור הפרטות מהכיביש לסביבה:

חיצית נתבי מים

חציה של נתיבי מים או הטียม היא לעיתים קרובות בלתי נמנעת ודורשת תכנון מפורט וሞקף כדי להבטיח מזעור של ההפרעות לעורץ הזרימה ולביצתו הקדומה. זאת במיוחד כיוון שנתיב הזרימה וגדרותיו הם לעיתים קרובות גם נתיב תנועה מוגדר לבנייה החים במרקם. חשוב לציין כי:

- בחציית נחלים יש למזער את ההשפעות על מאפייני הזרימה ועל הצומח ולנצל במלואו את ההزادניות ליצור בית גידול חדש.



איור 6.6: מזרן גבוניים יכול להקשות על תנועת בעלי חיים: רשות לכל רוחב העורץ בנחל נקרות מתחת למבערו תחת כביש 90. שימוש בפתרון חלופי לבניית הסחיפה או ייסוי חלק מסויל השטח במצע המקורי של עורץ הנחל יסייעו לבנייה החים לנوع לאורך העורץ ולהחצית את תוואי הקביש. (צלום: רון פרומקין)

ככל, אפקטי זרימה חדשים או אפקטים שונים צריכים להיות רחבים ובעלי שלדים מתונים כדי לאפשר התבססות של צומח גודות שנייה לצורך השיקום הנופי.

על התכנון ההנדסי להשתדל לשמר את הזרימה. הטבעית ואת מאפיינו הנוכחי של נתיב המים המקורי. טוווח רחב של שיטות יכול לשמש לייצור גודות עמידות לסחיפת התומכות בצוותם. השימוש במזרני גבונים (mattress gabion) ליצבו גודות ולמנוע סחיפת איננו מומלץ בישראל בגלל בעיות ביצוע ותחזקה. מבנה זה גם יכול להקשות על תנועת בעלי חיים גדולים, שהקלם נמנעים לעיתים מלהתקבצונו, בעוד שבבעל חיים קטנים עלולים להסתבר בראשת. בעוצמי נחלים באזוריים צחיחים שהותקנו בהם מזרני גבונים למניעת סחיפת חסוב לוודא שלפוחות חלק מפני השטח יוכסו במצע המאפשר תנועה בטוחה ונוחה של בעלי חיים על פניו (איור 6.6).

- יש להשתמש בחומרים מקומיים ולשלבם בתכנון מפורט המותאמים למקום.
- חשוב לוודא שבבעלי חיים יכולים לנוע בחופשיות לאורך ערוצי נחלים ואל מחוץ לעורצים או לתעלות, ויש להימנע מיצירת גודות תלולות או משליכם אלמנטים מבטון. כשאון בררה אלא להשתמש בהם, יש לספק מדרגות יציאה או מדרג של שימושים מתונים מאוד.

האפשרויות לשמרות הטבע וلتיפוי המאפיינים הטבעיים כוללות נטיעה של מיני צומח הקשורים לסביבה ספציפית זו, יצירת של מאפיינים מיוחדים כמו הزادניות קינון לציפורים או מיקום דרגשים יבשים ואלמנטים אחרים בגודות עברו יונקים קטנים.

צמחיים ומחלפים

צמחיים בכבישים מהירים עלולים להיות מלכודות לבניי חיים או ליצור כתמי أيام מבודדים. התכנון המפורט שלהם צריך לכון למניעת קיטוע וליצירת קשרים מתפקדים בקרבת ה策ומת, מעלה לבבושים המהירים או תחתם, בהתאם למיניהם המוקמים באזור זה.

השיטה הכלוא בתוך ה策ומת או המחלף יכול להיות נרחב ביותר, ובמקרים רבים יוכל להציג הزادניות ליצירת אזורי ייעודים לשיקום ולשמור הטבע, כמו נטיעת מינים נדירים, הקמת ברוכות חורף או טיפול מיני צמחים התומכים במיני חסרי חוליות בסכנה, כגון מינים שליהם קשרים פרפרים נדירים (ראו איור 6.7). עם זאת, אין לכלול שטחים אלה במסגרת השיקולים ליצירת בית גידול כפיצוי אקוֹלּוֹגִי. בתכנון המפורט מומלץ לשימוש לב לעקרונות שלහן:

- יש להקפיד שהשטחים הכלואים במחלף מרכזי לא יהיו מבודדים מהשטחים הפתוחים הסובבים כדי שלא יהפכו למלכודת מסוכנת למוני בעלי חיים. הקישוריות בין אזוריים אלה יכולה להיות חשובה לתנועת בעלי חיים, ואפשר להשיגה על ידי שימוש במבעירים מים או במנחרות, אך יש לבחון אם לאפשר מעבר חד-כיווני בלבד (פתחי מילוט) בין השטחים הכלואים לבין השטחים הפתוחים סביבם לצומת.

גידור מהסוג הנכון יכול להידרש כדי למנוע מינים גדולים לחצות כבישים בנקודות עומסות אלה. יש לבחון אם נדרשות יציאות (פתחי מילוט) מהאזורים המוגדרים עבור יונקים גדולים.

חשוב להיות מודעים לאופן שבו נפגשים מבנים שונים ב策ומת (כבישים החוצים זה את זה, מסילות רכבת וגדרות),

זאת כדי למנוע מצב המבלבל את בעלי החיים ומובילם שלא במתכוון אל תחום הקביש.

יש לשמר את הצומח הטבעי בתוך מרחב策ומת במידה האפשר.



איור 6.6: ההזמנויות בשיקום הנוף של מחלף: השיקום הנופי במחלף תות בין כביש 6 לכביש 70 כלל בין היתר: (א) העשרה הצומח בשטחים הכלואים במחלף בקדד גדור-פר, הגדל בר גם בשטחים טבעיות סמוכים. חשיבותו מיוחדת בשל היותו פונדקאי לפטרן הנדיי כהיל הקדר, שרכמת מנסה היא כוֹם מרווח תפוצתו העיקרי. במהלך ניטור השתקמות הצומח כבר תועד הפרט עומד על אחד משיחי הקדר השתוילים במחלף (מיינון); (ב) צירמת ברכה להשתהיה של נגר עלי (מצארה זמנית) מספקת ההזמנות לצירמת ברכת חורף – מופיע נוף ובית גידול בסכנה שיש עניין לשמרו. (צילומים: רון פרומקין);
 (ג) תכנון המחלף בין כביש 1 לכביש 38 בשער הגיא כלל הן שימושו של יער נתוע והן Nutzungו של עצי בוסתן (בעיקר זית) המוצמצמים את הקיטוע בין השטחים הכלואים בצומת בין שטחי העיר והחקלאות סביבה; (ד) Nutzung צפיפות במחלף בכביש A73 בהולנד נועד לפחות את הקיטוע של העירות סביב הצומת. (צילומים: Rijkswaterstaat, הולנד: EU)

צמותים יכולים להיות "פולשניים" לסביבה אלא אם כן תוכננו היטב ועוצבו בעבודות עפר בקנה מידה שמיועד למיעור את ההשפעה של מבני הצומת ומתקני: שילוט, עמודים, תאורה וಗשרים עיליים. יחד עם זאת, יש לאזן את מזעור ההשפעה של מבני הצומת עם הצורך הבתייחודי של נראות אזרוי הצמותים לנוגדים ברכב.

6.1.5 עבודות עפר

בתכנון החפירות ועבודות העפר יש לשאוף להציג את התוואי, לצמצם הפרעות מפעילות הכביש כמו רעש ותאורה, לאפשר התבוסות צומח ושיקום נופי טובים יותר ובה בעת לפחות את הפגיעה בשטחים בעלי ערכיות אקולוגית גבוהה.

- חשוב להתאים את עבודות העפר אף לשינויים קלים במאפיינים הגאולוגיים החלים לאור התוואי.
- חשוב לפעול להשגת שימוש בר-קיימא ככל האפשר בחומר חפירה, לאזן בין חפירה למילוי, ולפחות את הצורך להיפטר מחומר חפירה מוחוץ לאתר.

מיקום

חפירה היא אחת מהדריכים המשמשות להצענת תוואי של תשתיות הפגע בנוף. עם זאת, חפירות עלולות להוותיר בנוף צלקת מכוערת ולקטוות בתים גדולים. כך למשל, חפירות היוצרות מפער או חתך בקו ורקי, או כאלה המסירות קצה או חלק מצד אחד של גבעה. חשוב לציין כי:

- אפשר לצמצם את ההשפעה של חפירות על קווי הרקע על ידי שימוש באחד או יותר מהכלים הללו: תכנון תוואי מעוגל (curved alignment) לתשתיות, מיקום התשתיות במפלס גובה יחסית, מיקום מוקף של גשרים ותכנון כך שאפשרו תחתם "מסדרון ירוק" לחוי לצומת.

- חפירות קלות הן אמצעי להציג תוואי כביש ולמסך הפרעות רעש ותאורה מכנו לסייעו, במיוחד סמוך לאטרים חשובים לשימור הטבע. די בעומק של 2 מטרים כדי להציג מוכנית. אמצעי זה מתאים במיוחד בנוף גלי מותן, והשפעתו מיטבית אם מחדדים את שימוש הקרקע הקודם בשיפוע הפונה לשטח הפתוח שלצד התשתיות.

גיוון השיפורים



איור 6.8: דירוג מדרכנות מספק הגדנויות לייצור בתי גידול: דירוג הברמות בקטע 18 של כביש חוצה ישראל וכיוסין באדמה מקומית מוקן את השפעת החפירה ואפשר התחדשות הצומח הטבעי המקומי במשמעותו "אימים מוגנים". (צלילום: רון פרומקין)

חפירות מתוכנות לרוב לשיפוע אחד (לרוב 1:2), והן מנוגדות לשיפורים הטבעיים בנוף, שהם מגוונים יותר ויותר אחדים באופןיים. תכנון מפורט נבון יכול ליצור השתלבות טוביה יותר בתבליט וב揆ורות הקרקע, ולספק הדמנויות לייצור של מגוון בתים גדולים. להלן אפשרויות אחדות:

- סוג מסלע שונים מאפשרים שיפורים טבעיות שונים; חפירות יכולות לשקף הבדלים אלה.
- חפירות מינימליות, במיוחד באזורי הרריים, יכולות ליצור מחושפי סלע בעלי פוטנציאל לשימור הטבע על ידי יצירת מיקרו-בתי גידול מצוקים.
- לעיתים חשוב מסיבות בטיחותיות לחשוף את פני הסלע כדי ליצור שיפוע מותן ויציב שלא מצריך שימוש בגדרות או באמצעות יצוב שונים.

באזרחי עיר ומראה חפירות בעלות גימור משטנה ולא אחד ישתלבו טוב יותר בשטחים הסוכוכים. הן יכולות לספק מיקרו-בית גידול למינים מסוימים של צומח ולהסרה חוליות. יש יתרונות בעיגול החלק העליון של חפירות פורפיל עדין לייצור מעבר רך לתבליט הטבעי.

דרוג מדרכנות וחפירות וגיוון

אפשר להשתמש בטרסות/ברמות לדירוג ולמיון של חפירות عمוקות דומיננטיות בנוף. הדבר יכול להעניק יציבות מבנית ואפשרות לייצור מיקרו בית גידול למגוון בעלי חיים וצמחים, ולהקל על התבססות הצומח (איור 6.8). על הטרסות להיות מותאמות לאופי סלע האם המקומי.

יש להשאיר מרחק ביחס בין המדרכנות המדורגות לבין הכביש, לבדוק באופן תקופתי את מידת הייציבות של מדרכן סלעי (דרדרת) על הקרקע והצומח שבו, וליצבו במדת הצורך.

פיקול חפירה לכמה מדרכות יכול להשלב טוב יותר בנוף. מיתון חפירות ודרוגן לשיפורים מותנים 1:2-1:3 מסייע להימנע מדחיסה של הקרקע, ומקל על צומח להתבסס. להעשרה האופי הויזואלי של החפירה וכדי לאפשר לצומח להתבסס נדרש פורפיל משטנה.

התחדשות טבעית של צומח עדינה. למשל, כתמי קרקע הנוגרים או מצטברים על קיר סלעי מצוקי שנוצר ממחפירה



איור 6.9: התחדשות צומח מוגן לאחר חפירה: בכביש 1 ליד אבו גוש יצרה החפירה מצוק, ובו הצורה האופיינית של סלע הגיר נחשפת ומעניקה לבנייה אופי ייחודי. עם השנים הצטברה במצוק קרקע, וצומח עשבוני ואף צומח מעוצה התחדשו באופן טבעי. בכמה נקודות במפנה הדורמי נובעים מים בחורף בין השכבות ומעשירים את טווח מיקרו-בתי הגידול לצד הכביש. (צלילום: תמר אחירון-פרומקין)

מאפשרים עם הזמן התאחדות מסוימת של צומח. אפשר לעצב חציבה אנכית כך שיוכלו להציג עליה כתמי קרקע, וlezemthem כך שישפכו "תחושת מקום", עניין לנושאים וערכים לשמרות הטבע. כתמי קרקע שבהם הצומח מתחדש בעצמו עדיפים לעיתים על ניסיונות לביסוס צומח במדרכונות תלולים מאוד (איור 9.6).

- בתחלת השיקום הנופי אפשר לבדוק אם כדאי להתייז על הקרקע מקומית (תמייה המכילה שכבות קרקע עלילונה המעוורבת בזרעים של צומח מקומי, מצט העבטה, מייצבים ודשנים) כדי לסייע ביצירת כתמי קרקע. יש לציין כי פרקטיקה זו נסota ולא נחללה הצלחה בפרויקטדים אחדים בארץ. אפשר לבחון שימוש בה כshedover במדרכונות ארוכים מאוד ותלולים, כשמתועורת בעית נגישות לביצוע הזרעה וליצוב המדרכון.
- לעיתים קרובות דירוג חפירות או סוללות בקנה מידה גדול אינו מתאים, אם משום שהיקף העבודה הנדרשת אינו ישים ואם משום שהשיטה הנדרשת לדירוג המתוון עלול לפולש לשטחים שיש עניין לשומרם. במקרים כאלה יש להפנות תשומת לב יתרה לפרטיהם במקרה של החפירה ובשולוי הסוללה, לצורך יצירה מגוון של שיפורים וגימורים בפני השטח.

6.1.6 מנהרות

מנהרה יכולה להיות הפתרון התקוני הטוב ביותר להגנה על שטחים ערקיים ולשמירה על קישוריות (ראו פרק 5). אף על פי שעליות הבניה עלילות להיות גבוהות, התועלת לסביבה הטבעית אינה ניתנת לכימות, ובמידה מסוימת היא תלויה בשיטה שבה נבנית המנהרה. חשוב לציין כי:

- מנהרות חפורות מסייעות למחער את הפרעה ואת הנזק הסביבתי לאטרים בעלי ערכות גבוהות לשמרות הטבע.
- מנהרות שנבנות בשיטת cut-and-cover מתאימות בעיקר לאטרים ערקיים נמוכה יותר, אך עדין יש עניין בשימור הקישוריות בהם בין בתיה הנידול משני צדי הכביש. לאחר סיום הבניה אפשר להשתמש בשיטות לשיקום בתים גידול כדי לחדש את רצף הצומח ולספק מעבר בטוח למגוון גידול של מיני בעלי חיים.
- סוגיות התכנון הסביבתי העיקריות הנוגעות למנהרות הן: מיקום הפורטלים של המנהרות והטיפול בהם, התוויתת הכביש בגישה אלין ותכנון ומיקום פתחי אוורור וمبرני בקרה. חשוב לוודא שפותרונות התכנון שייבחרו ימידעון פלישה לבית הגידול וכרסום בו והפרעה וחיקום מקומיים רגילים.



6

איור 10: מנהרות חפורות: (א) בנוף גבעי בבוואריה, גרמניה. (צילומים: B. Georgii; (ב) בכביש 9 בעומק הארים ליד ירושלים. המנהרה נחפורה בצד גבעה במצפה נפתח ולבסוף הכניסה אליה עובר הכביש בקשר מעלה נחל שורק. (צילומים: רון פרומקין)

מנהרות בשיטת cut-and-cover

טיפול בשיטה זו הוא חלופה רצויה לחפירות שנותרו פתוחות, שכן הוא מאפשר את שיקום הנוף מעל קו התשתיות. להלן עקרונות אחדים לתכנון מוטבי של מנהרות אלו:

- על המבנה ההנדסי להיבנות כך שבמקורה הצורך יוכל לתרmor גם במשקלם של מיני עצים ולשאת אותם.
- שיש להתחאים את פרופיל הקרקע כך שייאום לפרופיל הקרקע בשטחים הסמכים כדי להשיג מאפיינים hidrologim, פיזיים וכיומיים דומים לאלה של הקרקע המקורית.
- יש להעדר את השימוש בקרקע מקומית מקורית: להסור ולערום את השכבה העליונה לפני תחילת העבודות באופן שימזערן את דחיסת הקרקע והן את אבדן המבנה שלו, ויאפשר להשתמש בה לחיפוי העליון בתום העבודות (איור 6.11).

א



איור 6.11: מנהרה בשיטת cut & cover: בקטע 18 של כביש חוצה ישראל ברמת מנשה, מזרום לנחל דליה, בהמשך לשער הארוך החוצה את הנחל. (א) כבט מהצד (מיקום המנהרה מסומן באדום); (ב) מבט מהכביש מכיוון הכניסה למנהרה מצפון.

המנהרה נחפרה בגבעה נמוכה שחלקה שדה חקלאי וחולקה גרגעה. שיקום הצומח מעלה המנהרה כוון לשחרר חלקה זו בין השטח החקלאי לצומח הטבעי. שכבת הקרקע העליונה שנחשפה באזורי העבודה פוזרה לאחר הקמה על חומר הימי והוספו לה נטיות של מיני צומח מקומיים ומינימום נבחרים נוספים. ניטור תפקודו של מעבר רצף זה לאחר הקמה הצבע על כך שהמעבר משמש טוח רחוב בעל חיים. (צילומים: רון פרומקין)

ב



- יש לתכנן את האלמנטים הנוגאים המתאימים למיקום המסוים כך שייתמשו ברציפות גם מעל למבנה ההנדסי.
- כשמנהרה מטיפוס זה אמורה לשמש טוח נרחב של מיני בעלי חיים העוברים מעלה, יש לטעת את טיפוסי הצומח הטבעי על גב המנהרה ובכניות אליה.

עד על תכנון מנהרות ראו בסעיף 7.2

6

6.1.7 השימוש בצומח

בשלב התכנון המפורט חשוב להגדיר את טיפוס הצומח ואת הרכב המינים המתאים לרקע של התשתייה החדשה. שיקולי מפתח לקביעתם הם מידת השתלבותם בנוף, מידת התועלת שביהם לשמרות הטבע ומידת העניין שימצא בהם הנוסעים בכביש. עד כמה שהוא אפשרי, על המינים הכלולים בתכנית הנطיעות להיות מקומיים ולהימצא באופן טבעי על טיפוס הקרקע הסמוך לתוואי. מינים אלה יכולים להתבסס בהצלחה ללא השקיה.

יש לשיקול התחדשות טבעית כטיטה חולפית לנוף נויים חדשים במקומות שבהם הדבר מתאים: כ倘אפשרים לצומח להתחדש באופן טבעי, התהילך מייצר את בית הגידול המתאים ביותר לשביבה המקומית. עם זאת, יש להקפיד לסלק מינים רודרליים ומינימום פולשים כדי להקל את ההתחדות של הצומח האופייני למקום. באזוריים שבהם יש נטיה לשרפנות יער רצוי לשיקול למניע התחדשות של מינים דליקים, אורנים למשל, ולבחון אם יש צורך למנוע מגע בין צמורות של עצים ושיחים בשולי הכביש ובינם לבני עצים בשטחים הסמוכים לו.

שמירת הצומח המקורי וטיפולו

חשיבות רבה נודעת לשמריה ולהגנה על הצומח המקורי:

- יש להוותר את הצומח המקורי במקומות שבו יש לו סיכוי להישאר חיוני (viable) ובכך לתורם הן לשמרות הטבע והן להשתלבות התשתייתית בנוף.
- יש חשיבות מיוחדת בהגנה על צומח בוגר ומאפותח (או בשלב מוקדם של סוקצסיה) כיוון שצומח זה קשור לחובב מערכת יחסי גומלי אקולוגיות מורכבות הכוללת חזיות ותחבים, חסרי חוליות, עופות, זוחלים וונקים קטנים. הותרת עצים בוגרים על כנמ מספקת בית גידול למינים רבים של חי וצומח הקשורים אליהם.
- כשתשתיות חוצה יער או חורש קיימים, יש לגוזם או לדלול את העצים שנחשפו בשולי הכתם החדש כדי ליצור שוללים אטרקטיביים יותר למינים הקיימים בשולי בית גידול מועור. אפשר גם לטעת מינים של שולי בית גידול מועור, בעיקר שיחים, כדי להגדיל את הערך האקולוגי של העיר.

תקוד המיסוך

קבוצות עצים או שיחים הנטוועים בצליפות יכולות לשמש מסך או מחלוקת המפרידים בין תשתיות התחבורה לבתי הגידול הסוככים ומצמצמים את הפרעות הרעש והתאורה:

- לmitsor על ידי עצים נדרשת רצואה ברוחב מינימלי של 10 מטרים, ולmitsor על ידי שיחים נדרשת רצואה ברוחב של 5 מטרים.
- על הצומח להיות בגובה של 4.5 מטרים לפחות כדי שיוכל למסך כל רכב מסחריים ומשאיות; עצים המשמשים לmitsor יש למקם כמורחק מותאים להנדרש כדי לא לסכן את בטיחות הנסעה בכביש.
- תכנון מפורט מותאים יכול לספק מסך שעוביו וגובה משתנים וудין לשמר נצפות למרחק גדול.
- בנויים שטוחים רצוי לעצב את הנטיות סביב מאפיינים קיימים.
- מסכימים ומחלוקת הנטוועים בצליפות יכולים לשמש מחסום למיניהם מסוימים של עופות, תנשומת למשל, שיש עניין שלא לעודדם לצד הכביש (תנשומת היא בין העופות הנדרסים יותר בכבישים, כנראה בגלל תעופת הצד הנמוכה שלה בלילה). מסך גבויה יגבה את מסלול התעופה מעל הכביש אל מעל אזור הטורבולנציה שגורמת לתנועה. יש להקפיד ולודוד שמיini הצמחים הניטעים לmitsor או בתווך האמצעי בין המסלולים אינם אטרקטיביים לציפורים מקורות מזון.
- נטיות שלא-באתר (כלומר על שטח קרקע שמחוז למסדרון התנועה/לקו הכחול) יכולות לשמש לצורך מיסוך.
- לרוב נדרש הסכם עם בעלי הקרקע כדי ליצור נטיות אלה ולחזקן.

נטיעת יער

ירשותם לרוב תוצר של ממושך רב-שנתיים של מיני עצים ושיחים המתחדדים באופן טבעי או של נטיות יומות (במקרה זה יתכן שכינים מסוימים לא יופצו באופן טבעי). נטיות חדשות הן הדמנות לייצור בית גידול נוספים של חורש או של יער שעיניקו אופי מיוחד לאזור והוא חשובים באופן מיוחד עבור בעלי החיים, וכך שהן יטבו לשרת את מטרתן יש לשים לב לעקרונות הללו:

- המבנה בעיר טבעי הוא פסיפס כתמי של קבוצות פרטיטים מאותו המין המגבים לשינויים מקומיים בקרקע, בטופוגרפיה ובניזוק. מבנה העיר הנטווע והרכב המינים בו צריכים להתאים לאלה שבשתי יער סמוכים.
- יש להשתמש במינים טבעיות מקומיים (לאזור ולסביבה הפROYיקט).
- יש לזכור שטוחקי נטעה נכונים חוניים להתבססות טובה.
- רצוי לבחון אם יש חשיבות להרחבת כתר נטיות אל מעבר לגבולות מסדרון התנועה. לשם כך ידרשו הסדרים עם בעלי הקרקע או עם קק"ל.

קבוצות שיחים ועצים

חברות שיחים יכולות להיות מגוונות ביותר או לחלופין הן יכולות להכיל משטחים נרחבים שבהם יש בעיקר מין אחד דומיננטי, כמו למשל אלת המסתיק. להכין מיטבי של נטיעת מיני שיחים ועצים נדרשת הערכה זהירה של התנאים המקומיים, ויש להימנע מהנכסה שרירותית של מינים. כמו כן חשוב לציין כי:

- שיחים וקבוצות קטנות של עצים מוהווים אמצעי יעיל ליצירת מעבר הדרגי בבית הגידול בשולי יערות; הם מסוימים להשתלבות התשתיות בנוף ומוסכים אליהם בעלי חיים.
- נטיות פזיות של שיחים ושל קבוצות עצים חשובות במיוחד בנזקים של בית גידול לחים או בעמקים שבהם נטיות בקנה מידה גדול אין מתאמיות.

מושכות

אפשר ליצור מושכות של שיחים ושל עצים במקומות שבהם הם מאפיין של הנוף. מושכות חשובות לבני חיות כמסדרונות תנועה לאורכה התשתיית, למשל לקבוצות כמו עטלפים, עופות, זוחלים ויונקים קטנים (השימוש באلمנט זה מקובל מאוד באירופה). בתכנון מושכות יש לשים לב לעקרונות של להלן:

- על הרכיב המינים לשקף את הרכיב המינים במושכות סמוכות או את הרכיב המינים בשולי כתמים סמוכים.
- עצים הם מרכיב חשוב להעשרה מגוון המינים והמגוון המבני של הצמחים במושכה, ורצוי לכלול אותם בתכנון המפורט של הנטיות.
- רצוי לטעת מושכה בשורה כפולה.
- את המושכות יש למקם באופן שאפשר לגשת אליהן לצורכי טיפול.
- לעיתים, עד התבוסות המושכה, נדרש להגן עליה מרעיה ולגדירה באמצעות עמודי מותכת קלים ותיל.

משטחים עשבוניים

במקומות שבהם אין עניין ליצור מחיצות על ידי עצים, יצור משטחי בתה של עשבונים ובני-שיח לצד התשתיות החדשה היא גישה עדיפה לשיקום צומח, ויכול להיות לה ערך לשמרות הטבע:

- אפשר ליצור בתות של בני-שיח במקומות שבהם התנאים מתאימים, ולהשתמש לשם כך בפרטים מקומיים או בזרעים מפרטים מקומיים.
 - מומלץ שהרכיב המכנים העשבוניים יכלול מינים בעלי דרישות תחזקה נמוכות שייזרעו במוגון לא גדול בקרקע מתאימה (רצוי בעלת פוריות נמוכה). עשבונים רב-שנתיים יסייעו ליצוב הקרקע ולמצטם הצורך בזרעה חוזרת.
 - בחירת זרעים של תעבורת פרחי בר היא מרכיבת, ויש לשוטה כך שתתאים לתנאים המקומיים ולזמןות הזרעים.
 - יש להשתמש בזרעים שנאפסו מאזור סמוך והם דומים בתכונותיהם הגנטיות לצמחיה המקומית.
 - ממושך ספציפי-לאחר חינוי כדי להבטיח התבשות של בית גידול בעל חשיבות לשמרות הטבע. יש לתאם עם אגרונום או אקולוג את תדריות היכוסוח והגיזום, את היקףם ואת עיתויים המדויק.
- חשיבות לצין כי ממושך מתאים של כל טיפוסי הצומח שהוצעו לעיל – יער, קבוצות עצים ושיחים, מושכות ומשטחים עשבוניים – הוא הכרחי להשגת יעד התוכנן והאופי הרצוי של הצומח הבוגר, ויש לכלול שיקול זה בשלב התוכנון המפורט. על הנזיהת התוכנון להגדיר גם את בחירת גודל הצמחים, מרחקי הנטייעות, אופן הכנסת הקרקע והדרישות לתחזקה מוקפתה.

6.1.8 פתרונות תוכנן נוספים

גידור, קירות ומאפייני גבולות

גדות וקירות יכולים להיות מתחום מחסום חמוץ ובעל השפעות ניכרות על מראה הכביש בנוף, וחשוב להגביל את השימוש בהם למקומות שיש בהם צורך אמיתי. פרטים טכניים על מבנים אלה מובאים בפרק 7, אך להלן כמה עקרונות כלליים על שילובם בנוף:

- סגנון הגידור והקירות ומיקומם צריכים לשיער למיזוג המבנים בנוף. רצוי שחומר הבנייה והסגנון יהלמו את החומריים ואת הסגנון המקומיים.
- יש להימנע, במידת האפשר, מגידור דומיננטי, ולא למקום על קו הרקיע.
- גידור בסיס גשר ובצמתים דורש תשומת לב מיוחדת כדי שלא ייווצרו פערים לא רצויים בנקודות החיבור.
- נתיעת מושכות משלימה לעתים גידור, יכול להיות בה גם תועלת גדולה לשמרות הטבע: היא מספקת גם בית גידול קוו, ותורמת מואפיין המסייע להגבר קישוריות למינים בעלי קשר נידוז.
- יש להימנע מלמקם גדרות רק בשל שיקולים כמו קווי גבול ובעלות על קרקע. מיקומן צריך להביא בחשבון מכלול שיקולים של בטיחות ושל שיקום אקולוגי, לשורת את תוואי הכביש ואת צורך, להתאים לטופוגרפיה (ראו סעיף 7.4.1), ולהימנע ככל הניתן מכפל גידור.

מחסומים סביבתיים

מחסומים סביבתיים הם מבנים המכונים לסייע את השפעות הכביש על שטחים סמוכים, כמו סוללות עפר, גידור רצוף, קירות אקוסטיים, מחסמי בטון וכו'. במקומות שיש בהם מחסומים ארוכים אלה חשוב לספק מעברים לבני חיים, שאלאן כן המחסומים עצם הופכים לגורם קיטוע מרכז.

תאורה

במקרים שבהם נדרשת תאורה, יש לעצבה כך שתהיה זילגה מזערית של אור אל מעבר לכביש וככלפי מעלה, וזאת כדי לסייע את השפעת התאורה על החי ועל הצומח בשטחים הסמוכים. עוד בנושא ראו סעיף 7.4.6.

ניקוז

מומלץ לשלב את ניקוז התשתיות בnikoz של השטח הסובב, ולשם כך נדרש תוכנן תעלות המותאם לאזור. רצוי להציגו אלמנטים של ניקוז על ידי שימוש ביריעות גאותכניות וכיסוי בצומח ולא לחוש אוטם בגימור של בטון או בציפוי אבן. כישר הרכה להשתמש בחומרים קשים אפשר לשקל שימוש בחומר גלם מקומי. במקומות



איור 6.12: ברכת השהייה כהזדמנות: ברוכות השהייה מספקות הזדמנות ליצירת מאפייני נוף ובתי גידול ייחודיים שיש בהם עניין לבני החיים ולשמירת הטבע. בצלום ברכת השהייה לצד כביש בבריטניה (צלום: UK, EU: Highways Agency)

- שבhem הדבר מותאים, אפשר לשדרוג מרכיבי ניקוז כך שייתאפשר לתועלות נופית או לשמרות הטבע. תועלות יכולות לשמש גם מרכיב שימושי החוצה בין התשתיות לבין אזורים סמוכים חשובים לשמרות הטבע. בתכנון הניקוז חשוב לציין כי:
- על התכנון להתחשב בראש ובראשונה בכך שמדובר בהגן על נתבי המיםعلاיים ועל מי התהום מזיהום, מה��פה ומסחיפה, וכן במקומות מסוימים יכולים להידרש תא שיקוע וברכות שיקוע והשאה.
 - ברכות השאההן הגדמנות ליצירות מאפייני נוף שיש בהם עניין בעלי החיים, בתנאי שהפתuron התכנוני הוא ייחודי ומוטאם לצורכי האתגר. לברכות השאה רצוי שיהיו קומי מתארא מעוגלים וטבעים ושולדים רודודים, זאת כדי לאפשר התבוססות של צומח ונגישות קלה לבני חיים, במיוחד לדוחים (ראו איור 6.12). בעלי חיים יתבססו בברכות אלה רק אם תשמר בהן איותות טומס טוגנה לאווך זכרן מכושך (מכאן שעל התכנון להתחשב בעניין טיהור המים). במקרה זה חשוב להרחק את בית הגידול שנוצר מהכਬיש כל הנitin כדי למונע מעבר דוחים ממנו לעבר הכביש.
 - אפשר לשקל העמeka נסافت של שטחי השאה טבעים כדי לקיים בהם סביבה לחיה במשך תקופה ארוכה יותר.
 - נקז פיטר, ערוצים ובורות שיקוע הם מלכודות פוטנציאליות לדוחים ולזוחלים. יש למזער סיכון זה במהלך התכנון והתחזקה (ראו גם סעיף 7.4.6).
 - יש לתכנן ולתזמון בקפידה עבודות תחזקה בתועלות וברכות כדי לוודא את תפוקdon ההידרולוגי וכדי לאפשר לחיו ולצומח שבhn להישאר בחלק לא מופרע של המערכת. לחלוין אפשר לבצע עבודות תחזקה לאחר שהחמי והצומח האופיינים לבני הגידול הלח השלים מוחזר חיים עונתי.

6.2 משאבי וכלים הזמינים להערכת אקוּלוגיה בשלבי התכנון

כדי להעיר את השפעות הקיטוע יש צורך, כאמור, בבחינה מעמיקה, ובעקבותיה – לקבל החלטה לגבי מקום התוואי ולגי מיקום מבנים המיועדים למעבר בעלי חיים. הבחינה וקבלת ההחלטה מצירות כלים ומשאבים מסוימים שישיעו להזות את המיקום המורחבי המתאים ביותר ברמות הפרויקט וברמה מערכתית. סוגיה זו רלוונטית הן לתשתיות תחבורה חדשות, הן לתשתיות קיימות שיש עניין לשפר את חדירותן והן לתשתיות שעוברות שדרוג.

להלן כמה משאבי שיכולים לסייע לאפיקון ולאיתור מרחבי של: (א) נקודות, מקטעים ואזורים חשובים לשמר בהם קישוריות לבעלי חיים על פני תוואי תחבורה; (ב)אזורים רגשיים חשובים לשימוש בהם אמצעים למיתון השפעות. חשוב להכיר משאביים ושיטות אלה, אף כי כיום בישראל יש עדין חסר במידע זמין ובcosa אDEM מוקזע ומיומן שיכול לפחות מידע זהה, והיקף יישוםם בהליך תסקרי מקובל אינו מאפשר להציג הערכות הנשענות על מידע מודיעי מקיים וסביר.

6.2.1 מיפוי ומידע

משאבים רבים הזמינים כיום יכולים לסייע לזהוי קשרים חשובים לבעלי חיים ולמסדרונות תנואה. רבים מהם מקורם המידע הם מבוססי ממ"ג (מערכת מידע גאוגרפי GIS – Geographic Information System). הם מצויים בידי גופים ממשלתיים ולא-ממשלתיים אחת, ואת חלקם אפשר אף למצוא באתר אינטרנטן. מפות ומקורות מידע בסיסיים לתכנון קישוריות לבעלי חיים ואמצעים למיתון ההשפעות השליליות של התשתיות כוללים:

- תצלום אויר (אורותופוטו)
- מפת כיסוי צומח (תכסית או חברות צומח)
- מפה טופוגרפית
- מפות של בעליות ושל שימושי קרקע
- מפות תפוצה כליליות של בעלי חיים
- מידע על תנואה בעלי חיים במתחב או מודל של תנואה זו
- מידע אקוּלוגי שנאסף בשטח
- נתוני דרישות
- מידע על רשת הכבישים

בטבלה 6.1 שלallen מזורות מידע שונים שיכולים לסייע בהערכת האקוּלוגיה ובעת תכנון אמצעים לכיתון ההשפעות ומוצע אופן לשימוש בהם. השימוש המשולב במשאבים אלה לצד השימוש בתנונות על רשת הכבישים ועל נפחיה תנואה קיימים וצפויים יקרה דיק גודל יותר בזיהוי קישוריות קיימת ואפשרית ובגיבוש סופי של בחירת האתרים למבקרים. מרבית מקורות המידע המובאים בטבלה משמשים באופן טוב יותר ברמה המומוקדת של הפרויקט, אך חלקם יכולים לשמש גם להערכת מערכתית.

טבלה 6.1: שכבות מידע ומפות שאפשר להסתיע בהן לשיפור הקישוריות לבעלי חיים וلتכנון אמצעים למיתון ההשפעות

השימוש מיידי	סוג מפה/מידע
<p>ברמת הפרויקט – יכול לשמש לחיזוי טיפוסי צומח ופעולות אדם. יכול לשיע בהגדרת פוליגונים של כתמים מטפטיים שונים, ולסייע בהבנת הפרישה המרחבית של בתיה גידול שונים ובבנייה הקישוריות האפשרית ביןיהם. פרומט אורחותם הוא השימוש ביורה, אך קיימים גם אחרים. התצלומים זמינים בחלזיות שונות (עד 2 מ'). בחלק מהמרקם יש תצלומים זמינים בגופים ממושתים (כמו משרד הפנים) ובחלק יש להזמין תצלום באופן מיוחד.</p> <p>ברמת הנוף – מידת העיליות של השימוש בתצלום אויר תלואה בקנה המידה המרחבית הנדרן. בקנה מידה גדול השימוש במקור מידע זה עלול להיות לא-פרויקט. הדמיות לוין או אמצעים אחרים של חישה מרוחק יכולים להיות תחליף טוב ולאפשר עיבודים ממוחשבים ברמה אזורית וארצית.</p>	תצלום אויר
<p>מסיעת להזות טיפוסי צומח עיקריים כמו יער וחורש, שטחי גירנה ובתה, שטחים עשבוניים. מסיעת באופן כתמים של בית גידול ופיורם המרחבי בהגדרת אפשרויות הקישוריות והירושות האקולוגי (ecological networking).</p> <p>שכבות תכנית כליות זמינים במרכזו למיפוי ישראל (מפ"י). במרכז המידע הגאוגרפי-אקוורי של רשות הטבע והגנים (רט"ג) יש מיפוי חלקו של חבורות צומח ים-תיכוני וכן מיפוי ליתוגרפיה. מיפוי חבורות קרקע מצוי במשרד החקלאות.</p> <p>חלוקת לאזורים גאו-אקלימיים מצויה בשירות המטאורולוגי ויכולת לשיע בבחינה ברמה מערכתי.</p>	מפת כיסוי צומח
<p>מושיעת כחלק משכבות התכנית של מפ"י. מידע על שיפורים, קווי רכס, קרקעית עמוקים, ניקוז ומאפיינים טופוגרפיים אחרים מסיעים לחיזוי מסדרונות תנעה ובתי גידול לבעלי חיים. במיפוי התכנית נכללים גם כבישים, קווי מתח ומאפייני פיתוח אחרים שהלך מיחסים מוחסום לתנועת בעלי חיים. מידע זה משמש בעיקר ברמת הפרויקט. מיפוי התכנית במפ"י כולל גם נחלים, עצים בודדים וקבוצות עצים שמסיעים לאפיקון ערכי תנעה אפשרים של בעלי החיים.</p>	מפה טופוגרפית
<p>מידע כללי על שימושי קרקע, ובמיוחד שימושים חקלאיים, זמין בלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (למ"ס) ובמפ"י. מיפוי שטחי מרעה מבוסס כיוון על נתונים חלקיים ולא בהכרח מעודכנים, ויש צורך להציג בין הנתונים מושרד החקלאות לבין אלה מפ"י ולאמות נתונים מהמצטב הדינמי בשטח. כדי לכלול את מילוא טיפוסי ההפראות הצפויות במרחב רצוי לבחון גם את מפת שטחי האימונים של צה"ל. מידע על בעלות ועל ניהול השטחים בפועל הוא מפתח להצלחת האמצעים למיתון ההשפעות.</p> <p>רצוי לבדוק אם נתונים על שטחים פתוחים מוגדרים – במשרד החקלאות, במשרד להגנת הסביבה או ברט"ג. מיפוי של ישובים ושל מבנים, כולל מבנים חקלאיים שיכולים להיות מוחסומים לתנועה מצוי בלם"ס, במפ"י ובמשרד להגנת הסביבה.</p>	בעלויות ושימושי קרקע
<p>שכבות שמורות טבע וונגים לאומיים, שכבת יערות קק"ל, שכבת ריגושים שטחים פתוחים, שכבת ריגושים חטיביות הנוף – אלה מצוויות בדי המשרד להגנת הסביבה. הנתונים מסיעים לאחרר שטחים שיש להימנע מלחצוטם ושטחים שחייבים למקם בהם אמצעי מיתון המשפרים את הקישוריות.</p>	שטחים מוגנים ושטחים בעלי ריגושים לפיתוח
<p>תכניות מותאר ארציות ומוחזיות מסיעות לאפיקון שימושי קרקע ומחסומים במרחב – כיוון נתוניים סטטוטוריים בקני מידה שונים</p>	
<p>שתי שכבות נפרדות בשכבות התכנית של מפ"י. מיפוי מעינות מצוי בנצחונות המים. מיפוי נחלים, מעינות ו גופי מים אחרים מצויב ברט"ג. בתיה גידול לחים הם רגשים ובעלי עדיפות לשימוש, וערבי הנחלים מהווים ערוץ תנעה מועדף למינים רבים של בעלי חיים.</p>	שכבות גופי מים ונחלים
<p>לא קיים מיפוי זמין של בתיה גידול כיוון שאין הגדרות מוסכמות ואחדות של טיפוסי בתיה גידול. מיפוי זהה אפשר ליצור בעדמת צירוף של מיפוי תכנית (למשל מיפוי תכנית צומח) ופענוח אורחותופוטו. שימוש זהה לצד מודלים על התאמת בית גידול למינים או לקבוצות מינים מסוימים יכול לאפשר להזות בתיה גידול עיקריים של מינו יעד של בעלי החיים. מפות ספציפיות למינוי בעלי חיים אחדים ומפות תפוצה של מינים זמינים גם בחברה להגנת הטבע ובפרויקט BIOGIS באוניברסיטה העברית.</p>	מפת בתיה גידול לבעלי חיים
<p>לא קיים כיוון. אפשר להרכיב מודל ממ"ג תאורי כימי, הדומה למפת בתיה גידול אך ספציפי יותר ומכoon למקומות במרחב שבהם בעלי החיים צפויים יותר לנوع. חוקי קבלת החלטות במודול זה מושגים על סקר שטח, על ידע כללי קיים, על מידע מומחה או על מוחרים אמפיריים המשלבים מידע על אקולוגיה של המינים והנרגזותם עם מידע על מידת ההתאמה של כתמים בגין לצורכי מין כלשהו. אם קיים מידע זהה, לרוב הוא יהיה זמין ברמה מקומית בלבד.</p>	מודל תנעה של בעלי חיים

השימוש במידע	סוג מפה/מידע
סקרי שטח ברוחלואה מקומית, מידע ממוקב טלמטרי, לכידות, מעקב אחר עקבות וסימנים אחרים – כל אלה יכולים לשיער באיתור מקום מומלץ למקומות על סך הפעולות של בעלי החיים בשטח נתון.	נתונים אקלוגיים מהשטח
לגביו רוב שטח הארץ לא קיימים נתונים שנאספו באופן סיסטמטי. לגביו מקטעי כביש מסוימים וספרים קיימים מידע שנאסף בתקופות זמן מתמשכות ארן שונות. אפשר להשתמש במידע לצרכים מקומיים. קשה עדין להשות בין נתונים ומקטעים בקנה מידה אזרחי או ארכטי. על הסקת מסקנות מנתוני דרישות ראו בהתייחסות למידע הפיזי בסעיף 6.2.3.	נתוני דרישות
מידע דיגיטלי מקומי ואזרחי זמין במאפי"י או בחברה הלאומית לדריכים. ברמת הנוף – מידע ארכטי זמין דרך מאפי"י או בחברה הלאומית לדריכים.	רשת הכבישים

6.2.2 שכבות ממ"ג

ניתוח ממ"ג הוא כלי תכנון שנעשה בו שימוש גבר והולך בעולם ובישראל לתכנון תחבורה וממשק משאבי טבע. הניתוח יכול להישתמש בקני מידה מרוחבים שונים החל ברמת הפרויקט והמשך בrama אזרחית או אף ארצית (ראו דוגמאות בפרק 3 ו-4). רבים ממוקורות המידע שפורטו לעיל זמינים כשכבות ממ"ג אצל גופים שונים. שכבות אלה מאפשרות להצליב באמצעות טכנולוגיות הממ"ג ולשלבם במודלים ובמערכות ניתוח וקבלת החלטות מבוססת-ממ"ג.

הערכות על מיקום מתחאים למקומות שנauseו בrama מערכת אינן מתאימות לזיהוי ספציפי של מיקום ברמת הפרויקט בשל הבדלים בשיקולים, כגון דפוסי תנועה בקנה מידה מרחב נרחב על מנת שיקולים טופוגרפיים והנדסיים מקומיים. עם זאת, הערצת קשריות הנעשה בrama מערכת יכולה לשיער לקבוע סדרי עדיפות ולמפות בשטח נרחב קונפליקטים בין מיקום כבישים לבין צורכי בעלי החיים. השלב שלאחר זיהוי הקונפליקטים, הוא נקודת התחליה טובה לדיאלוג בין אנשי התחבורה, אנשי התכנון המרחבי, אנשי שמירות הטבע וההגנה על הסביבה ובעלי עניין נוספים לצורך גיבוש תכניות משותפות למיתון ההשפעות לטווח הקצר ולטוווח הארוך.

קביעת המיקום הספציפי של ממקומות תעישה לרוב בrama הפרויקט או לאחר סקר שדה יסודי שנעשה לצורך הערכה מערכתית נרחבת יותר. ככל אחד מהמקירם השיקולים לקביעת מיקום למעבר כלשהו מתחילה בקביעת מניין היעד (ראו פירוט בפרק 2). בלי קשר לשיטות שימושיות לזיהוי האתרים הפוטנציאליים, חשוב ביותר על רעור סיורים בשטח באתרים אפשריים למיקום ממקומות.

להלן שיטות שונות המשמשות לזיהוי המיקום המתאים למקומות:



איור 6.13: המידע המרחבי הזמן בישראל על מני ביוני בעלי חיים שונים אינם רב ואני אחיד באיכותו: אף היכולת לאסוף מידע על מינים שונים במרחב הרלוונטי לפרויקט אינה זהה והמסגרת המוקצת לאיסוף המידע בהליך תסקרי מתקבל אינה מאפשרת להשיג הערכות הנשענות על מידע מדעי מוקף. לפיכך, כדי למקד את המאמץ לאיסוף הנתונים חווינו לאפין מני יעד. דוגמאות למני יעד אפשריים: (א) חרדון-צב מצו; (ב) קרקל. (צילומים: דותן רותם)

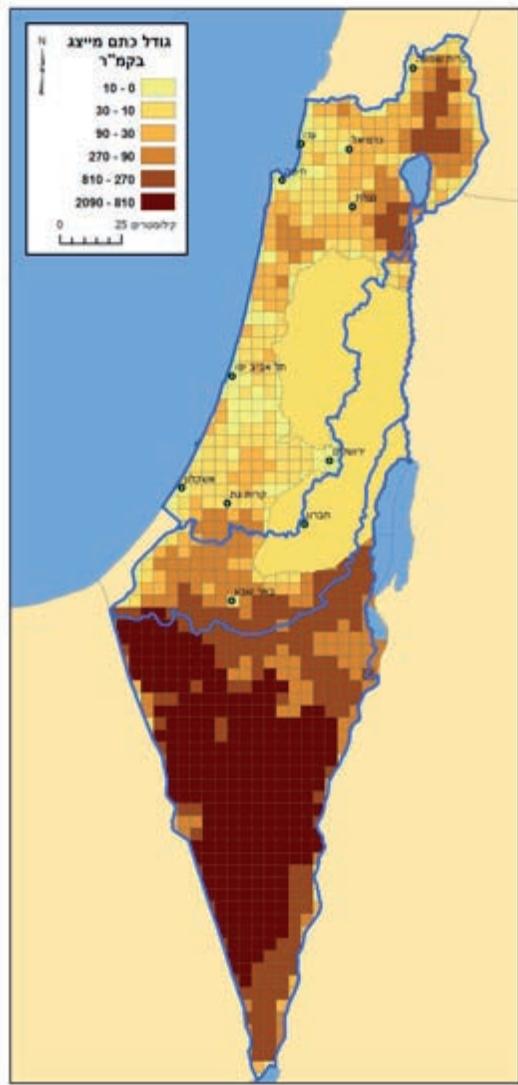
מידע פיזי

מידע פיזי מאפשר לקבל תמונה מדוקת יותר על אופי התנועה של בעלי החיים במרחב, על אופי הקישוריות, על מקומות חשובים לשמר בהם את הקישורויות ועל מקומות שיש לנקט בהם אמצעים לミיטון ההשפעות השליליות. השגת מידע זה מצריכה עבודה שדה לא מועטה, אך עם זאת האצלבה בין נתונים מסוימים מאפשרת לדיקק את כמות האמצעים הנדרשים ואת מקומם. לעיתים יסומן בתכנית מקטע המגדר תחום חיפוש מותאים למיקום מעבר, ואילו מיקומו המדוקדק ותוכנו של המעבר יקבעו בשלב התכנון המפורט, ואז ההכרח לדיקק ייחיב איסוף מידע נוסף ברמה נקודתית (איור 6.13). לקבלת מידע פיזי אפשר להשתמש במקורות מידע ובשיטות של להלן:

- 1) **נתונים על דרישות:** באופן אינטואיטיבי נראה שריבוי דרישות במקום מסוים מצביע על כך שרואו מקום בו מעבר, אך נתונים ממוחקרים שונים כי המקומות שבהם כורחונות דרישות אינם בהכרח חופפים לנוגבי התנועה המועדף של בעלי החיים או לאתרים שבהם בעלי החיים יכולים לחצות את הכביש בטחה. מתרברר כי גורמים רבים הקשורים בכבישים, השימושי השטח ובפעולות אדם בשטחים סמוכים יכולים להביא לכמות דרישות גדולה. השימוש בתוננו דרישות בלבדណן מוגבל בלבד על אופני התנועה של בעלי החיים, וכן יש להציגו עם מיפוי קישוריות בתו גידול או מודלי תנועה. עם זאת, נתונים על דרישות יכולים להצביע על מקטעים שבהם יתכן שיש צורך בגידור.
- 2) **מידע מעקב טלמטרי:** טלמטריה שימושה בעולם לתיאור מקומות שבהם הכביש נחצה בהצלחה. המידע נאסף באמצעות מעקב וניטור אינטנסיבי של תנומות פרטיטים ממושדרים. מידע מדויק יותר זמין ביום באמצעות שימוש במכשירי מעקב מבוססי GPS או מבוססי לווין. שיטות מעקב לוויני מעניקות מידע אכןי ומדויק יותר מאשר שיטות מבוססות משדרי רדיו. שילוב זה של פן מחקרי הוא חיוני לעתים, אך לרוב הוא מוגבל למעקב אחר מספר פרטיטים קטן במרחב, ויש לבדוק אם תננות הפרטיטים אמנים מייצגת את תננות מobicity האוכלוסייה בנוף, עניין התלו依 בביולוגיה ובהתנהגות של מין המידע.
- 3) **לכידה-סימון-לכידה חוזרת:** באמצעות לכידה של פרטיטים ממן יעד, שחרור הפרטיטים באתר הלכידה או באתר שאלו הועתקו ולכידה חוזרת אפשר לזהות פיזור ודפוסי תנונה באוכלוסייה. בשיטה זו נעשו לרוב שימוש כשותעהוור הדרוש לסקרו בעלי חיים קטנים כמו מכרסמים. השימוש בשיטה פוחת עם פיתוח שיטות מחקר פולשניות פחות.
- 4) **מעקב אחר עקבות לצד הכביש:** באזוריים שבהם אפשר לראותם בבירור ולמראק מסויים עקבות על הקרקע בסביבת הכביש (כמו חולות לא מיוצבים/מיוצבים למראהו או במקומות שבהם הקרקע מוצית או מכוסה זמנית בשלג), נסעה אטיית לאורך של הכביש תוך חיפוש עקבות מאפשרת לאתר נקודות שבahn בעלי חיים חזים את הכביש. אפשר לשלב זאת עם יצירה מלאכותית של פסי טשטוש לאורך צדי הכביש כדי לאתר נקודות חייה. נתונים מתקדמים שנאספים לפני התחלת פרויקט יכולים לשמש כדי לקבוע את משר הניטור הנדרש לאחר השלמת הפרויקט וכך לדוח אם היה שינוי משמעותי בשיעורי החזיה לאחר ההקמה.
- 5) **צלום:** למערכות מצלמות יש בעיות מוגנות משליהן, ולא הוכח שהן מקור מהימן להשתגט מידע על נקודות שבahn בעלי חיים חזים למשעה את הכביש. בעיות אלה קשורות ליכולת הגיליי המוגבלת של המצלמות (טווח מוגבל, תלות בנסיבות התנועה ובגודלו של בעל החיים). עם זאת, אפשר להשתמש במידע המצלומים ב"פתרונות/מלכודות" מצלמה להבנת הפיזור המרחבי של מינים מסוימים של בעלי חיים והשפעה הייחסית שלהם: נקודות דגימה שבahn מצלמות אפשר למקם בסדרון הכביש במבנה גריד קבוע (מצולמות המכוקמות במרקחים קבועים זו מזו במרחב ומטרתן לדגום נוכחות ותנועה של בעלי חיים למרחב זה), או להשתמש בગש תציגים דומה שתתביב מידע מרבי עבור מאמצ דגימה נתון (למשל מיקום מצלמות במקומות שיש בהם סימנים של נתבי תנונה). אפשר למפות פיזור מרחבי על ידי ריכוך נתוני נוכחות בלבד שנאספו במקומות שונים. כיוון שלא הרבה יכולות אפשר לזהות פרטיטים מסוימים שצולמו, קביעת השפע היחסית בשיטה זו היא בעייתית יותר.
- 6) **מייפוי גנטי:** בדומה למצלמות מצלמה, שימוש בדגימה לא-פולשנית האוספת שיעור פרווה לצורך אנליזת DNA'א תהיה פרקטית אם תעישה במשבצות בגריד דגימה צפוף, או אם תמקד את המאמרים בקנה מידה קטן (למשל יונקים בגודל ביוני). טכניקה זו יכולה להניב רק מידע כללי על מיקומים אפשריים למעברים. שלא כמו נתונים מצלמות מעקב, נתונים מניטוח דנ'א יכולים לתת הערכה על גודל אוכלוסייה מקומית ולזהות פרטיטים, את מינם ואת מידת קרבתם הגנטית.

מודול תנונה מבוסס-מטרג

מודול מומ"ג בקנה מידה מוגדר מושגים לזיוהי אזרוי מפתח לקישוריות בתו גידול, להערכת מידת הקיטוע של בתו גידול הנובעת מפעולות בני אדם ולזיהוי אזורים שבהם כבישים מהירים חדים יותר לתנועה בעלי חיים. מודלים שمدמים תנונה של בעלי חיים נתונים להשתמש ב"פונקציות בחירה של משאבים" המאפשרת את איות בית הגידול. המודלים מושתתים על חוקים לקבלת החלטות המאפשרים לבצע סימולציה של תנונה בעלי חיים בהבוסס על איות בית



איור 6.14: מודל ממ"ג הממפה פירסה ארצית של רציפות שטחים פתוחים: מודל זה פותח בעקבות מודל הנקרא Effective Mesh Size והוא מתרגם את גודל הכלם המיצג שבו יש לבעלי חיים אפשרות תנועה חופשית במורחב. צבע חום מלמד על רצף שטחים טבעיים וצבע צהוב – על קיטוע קיזוני (מקור: גן וודוק עבורי דוח מצב הטבע 2010)

הגידול ועל האופן שבו בעלי חיים יכולים לנوع בתחום הנוף (ראו איור 6.14). הנתונים המשמשים לבניית "שכבת בית הגידול" במודלים כאלה מבוססים על כמה טיפולים מיידניים ועוסקים בתפוצת בעלי חיים, כמו דגימות גנטיות, מיעקב בעקבות, סקר אקוסטי או שימוש בכלבים לאיתור גללים. ללא קשר לשיטה שהושג המידע הבסיסי, יש לבחון את יכולת המודלים לבנה מיקומי חייה ולהצליבם עם מידע אמפיריו כמו נתוני דרישות, נתוני מעקב טלמטרי, תצפיות, סקר בחתכים מוגדרים וכו'.

6.2.4 בהיעדר נתונים

לעתים קרובות אין די מידע לצורך תכנון מקום של מעבר. במקרים כאלה יש לשקל כמה אפשרויות:

1) **מודל בתי גידול מבוסס-מומחה:** אפשר להשתמש במידע מומוחים כדי לפתח בפרק זמן קצר יחסית מודל הקשורות פשוט בעל כושר חיזוי. מודל זה יתבסס על ניסיונות של המומוחים ועל המידע שבידיהם או על מיטב המידע הכמותי הזמן בספרות המקצועית באותו נקודת זמן, וקיימות שיטות אחידות לעשות זאת. מידע מומוחים שימוש בהצלחה לזייהו אזרחי מפתח לקישוריות של בתי גידול ולמיון מעברים ייעודיים.

ה יתרונות של השיטה הם: (א) מהירות הביצוע; (ב) מידת הלגיטימיות והמידה שבה יתקבלו החלטות בקרב ציבור רחב יכולות להיות גבוהות אם החלטות מבוססות-קונסנזוס; (ג) אפשר לבחון את השיטה סטטיסטיות וביוולוגיות לצורך זיהוי מיקומים ולביעת סדרי עדיפות; (ד) תוכנת ממ"ג המס嘻嘻ה בזיהוי האתרים החשובים לקישוריות היא זמינה יחסית.

ה מוגבלות העיקריות של השיטה הן: (א) הערכות המומוחים הן במשמעותם כשהן מתחמקות בקבוצות טקסונומיות מוגדרות; (ב) כמו במודלים אחרים, ההערכות הן במשמעותם לאחר הצלבה עם נתונים מהשיטה; (ג) זרות המומוחים ושיקיפות התהילהר יכולה להשפיע על טיב התוצר.

2) **הערכת מהירה:** הערכה מהירה נעשית על ידי כינוס מומוחים בתחום נתון ו渴בלת חוות דעתם. התהיליך שונה ממודל בתו גידול מבוסס-מומחה בכך שהערכתה מהירה לא נעשו ניתוחים כמותיים של העריכות או בניית מודל. בתהיליך זה המומוחים מגיעים לكونסנזוס בדבר החלטות על מקום של מסדרונות, שולדעתם הם מסדרונות מפתח חשובים במקטע נתון של דרך. יתרונות השיטה דומים לתרונות מודל בתי גידול מבוסס-מומחה, יוכל להיות להם מיקוד טקסונומי נרחב יותר.

ה חסרונות העיקריים של השיטה הם: (א) על פי רוב חסרים קריטריון מוגדרים מסוימים לבחירת אזרחי המפתח; (ב) על פי רוב חסרים גם חוקים להחלטה, לניקוד ולשלול הגורמים שהתחשבו בהם, והדבר מקשה על זיהוי המיקומים הקritisטים ביותר לטיפול משיקולים ביולוגיים מוצקים ועל גיבוש סדרי העדיפויות לטיפול בהם. בהיעדר קריטריון וחוקים מוגדרים להחלטה אפשר למצוא ש默קטעים רבים של הכתיב יסוגו "קריטיים" בעודו של שימושה היה ראוי לאלהות את הקישוריים החשובים ביותר מהבניה האקולוגית, לסוגם לפי סדר עדיפות ולקדם את הטיפול בקבוצה קטנה ומוגבנת מתוכם. בשיטה זו לרוב אין נוהגים להצליב הערכות עם נתונים שנאספו בשטח.

3) **ידע מוקומי:** במקרים שבהם מספר מקומות הח齊יה מוגבל, מידע מוקומי של תושבים המכירים את האזור זמן רב יכול לשיער בתכנון של מקום מעברים. מעורבות הציבור בתהיליך אינה רק חלק מיחסים ציבור טוביים אלא גם מאפשרת לבניין עניין להשתתף בתהיליך ולתרום לו פן חיוני. במצוון אמריקה מוגשות כיום מבחינת המתודולוגיה המדעית גישות המעודדות השתתפות ציבורית אקטיבית גם באיסוף מידע על תנوعת בעלי חיים ודרישות בכבאים.

4) מידת ההתאמנה של שימושי קרקע סטטיסטיים: שימושי השטח הסטטיסטי לתשתיות, כו"ם ובתים, וכיידת התאמת לנוכחות ולמעבר של בעלי חיים הם מהගורמים החשובים ביותר בקביעת מיקום מעברים. מעברים יתפקדו כהלהה רק אם אסטרטגיות הממשק הנוגעות לשטחים הסובבים יכולו את כל מרכיבי המפתחה בנוף (אנושי, טופוגרפייה, משאבי טבע, תחבורה). כיוון שמעברים לבני חיות הם למעשה מסדרונות תנואה מאוד ממוקדים מרחביות, יש לבחון את האסטרטגיות למצוור ההשפעות בשני קני מידת: (א) השפעות ברמה נקודתית הנגרמות מיפויו או מהפרעות שנובעות מפעולות אנושית הסמוכה למעברים ועלולה להשסם ולהגביל את השימוש בהם; (ב) שינוי במרכיבי הנוף בקנה מידת נרחב יותר, אפילו אזרוי, יכול לשמש תנואה לכך השימוש מוגבל בחיטים שימוש בהם.

התיאום בין ממשק השטח והשימוש בו לבני אנשי תחבורה וארגוני הטבע יכול לפתור סוגיות אלה בשני קני מידת האמורים. אם אנשי התחבורה מספקים מעברים נאותים אך אנשי הממשק הסובב אינם מצליחים ליצור סביבה מתאימה לשימוש במעברים, ובודומה לכך – אם נעשה מאמץ להבטיח את השימוש המתאים לשטחים הסובבים אך אנשי התחבורה לא הצלחו לספק מבנה מתאים למעבר בעלי חיים – בין כך ובין כך, התוצאה היא בזבוז משאבים כספיים על אמצעים לא יעילים.

באיסוף המידע ובקבלת ההחלות חיוני להתחשב בהקשרים של מרחב וזמן הנוגעים למערכות אקולוגיות. כמו מבנה גשר, תוחלת החיים של מבנה מעבר לבני חיות היא 80-75 שנה, לכן פיתוח אסטרטגיות סביב שימושי קרקע אינו מסתois בתהליך ההקמה; הוא מצריך מעורבות ברמה המקומית והאזורית כדי לוודא שהמעברים ימשיכו לתפקידם לפחות זמן רב. כיוון שימושם השפעות של כבישים הוא תהליך ארוך-טוח שיארך שירות שנים וישפייע על פרטיהם ועל אוכלוסיות, יש לתוכנו לטוח אורך, תוך שילוב שיקולים הנוגעים לשכירת הטבע סביב תשתיות הולכת ומופתחת ונוף הנמצא בשינוי מתמיד (ראו גם סעיף 4.5).

6



צבי ישראלי. (צילום: דורון ניסים)

6

7

7. מעברים לבני חיים ופתרונות טכניים אחרים

- | | |
|--|-----|
| הגישה הכללית | 7.1 |
| צמצום אפקט החיצ'ן: מעברים עליים | 7.2 |
| צמצום אפקט החיצ'ן: מעברים תחתיים | 7.3 |
| מניעה וצמצום של תמותת בעלי חיים ושל אפקט החיצ'ן | 7.4 |
| צמצום אפקט החיצ'ן ותמותת בעלי חיים: פתרונות נוספים | 7.5 |

7

בפרק זה מוצג "ארגז כלים" – מערך של אמצעים שונים לשימוש למיתון השפעות הקיטוע של בתיה גידול. מorbitה האמצעים מיועדים לצמצום אפקט החיזץ ולהגברת הקישוריות על ידי יצירת רצפים ומעברים לבני חיים מותחים מפלס הכביש ומעליו. אמצעים אחרים מיועדים למניעת תסומתת של בעלי חיים ולצמצומה על ידי הוכנת שינויים בתשתיית עצמה ובבול שבינה בין השטח הפתוח. על פי רוב בוחרים להשתמש במשלב בכמה אמצעים משלימים, בהתאם לצורך הנובע מהקשר המקומי.

7.1 הגישה הכללית

7.1.1 איך להשתמש בפרק זה

תיאור אמצעי המיתון

פרק זה מתאר אמצעים טכניים ספציפיים (mitigation measures) המיועדים לפחותר ולממן את ההשפעות השליליות של קיטוע בתיה גידול על ידי תשויות תחבורה (ראו פרק 3). כל אמצעי למיתון השפעות הקיטוע שמופיע בפרק זה כולל טיפול כללי של האמצעי ומידע לתכנון המפורט, המלצות להתקמות של מרכבי התשתיות שמייעדות להגברת את השימוש באמצעי המיתון על ידי בעלי חיים, ולבסוף נקודות לשומות לב מיוחדת. פרטיו תכנון נוספים מובאים אם יש להם חשיבות מיוחדת להבטחת התקודם של אמצעי המיתון.

עם זאת, מדריך זה אינו מתיימר להציג הנחיות תכנון מפורחות למהנדס ולאדריכל הנוף (מהמידע שלහן אפשר לגבות הנחיות תכנון או למזרע הנחיות מפרטות). אין כאן ניסיון ליצירת פרטי עקרוניים מוחמים ממלויים במפורט טכני כיוון שככל פרויקט דרישות התקומות ספציפיות. יש ארצתות אחדות שפורסמו בהן מדריכים המציגים מידע מפורט יותר (ראו נספח 2).

מצב הידע הנוכחי

אמצעי למיתון מסוימים נבדקו היבט והצברם לבניהם ידע לא מבוטל. אמצעים אחרים הם חדשים יותר ונוהנים עדין בשלבים של פיתוח וניסוי. כמות המידע המוצג לכל אמצעי משקפת פער זה, ומביאה את הידע והניסיונו העדכני, לעיתים בשונה מהמלצות שהופיעו במדריכים מוקדמים יותר, או מתרוך שאיפה להתאים היעודים בישראל. כמו מהאמצעים שעדיין מצוים בשימוש נרחב בעולם נמצאו כלל-יעילים. לעיתים הם מוזכרים בטקסט אך לא מוצגים לבניהם פרט תכנון כיוון שהשימוש בהם אינו מומלץ עוד.

מבנה הפרק

פרק זה אינו מיועד לקריאה נפרדת. למיתון השפעות הקיטוע של בתיה גידול מתחילה בתכנון כללי של תשויות, שבו להימנע מKitiou ניתנת עדיפות ראשונה. חשוב שהשימוש באמצעי מיתון יהיה חלק קטן מפתרון אינטגרטיבי (משלב וכולני). לכן, לפני שניגשים לתיאור המפורט של אמצעי מיתון כלשהו, רצוי לעיין בפרק 4-6 ולהכיר היבט את הנישה הכללית לתכנון המכוון למזעור הקיטוע והשפעותיו.

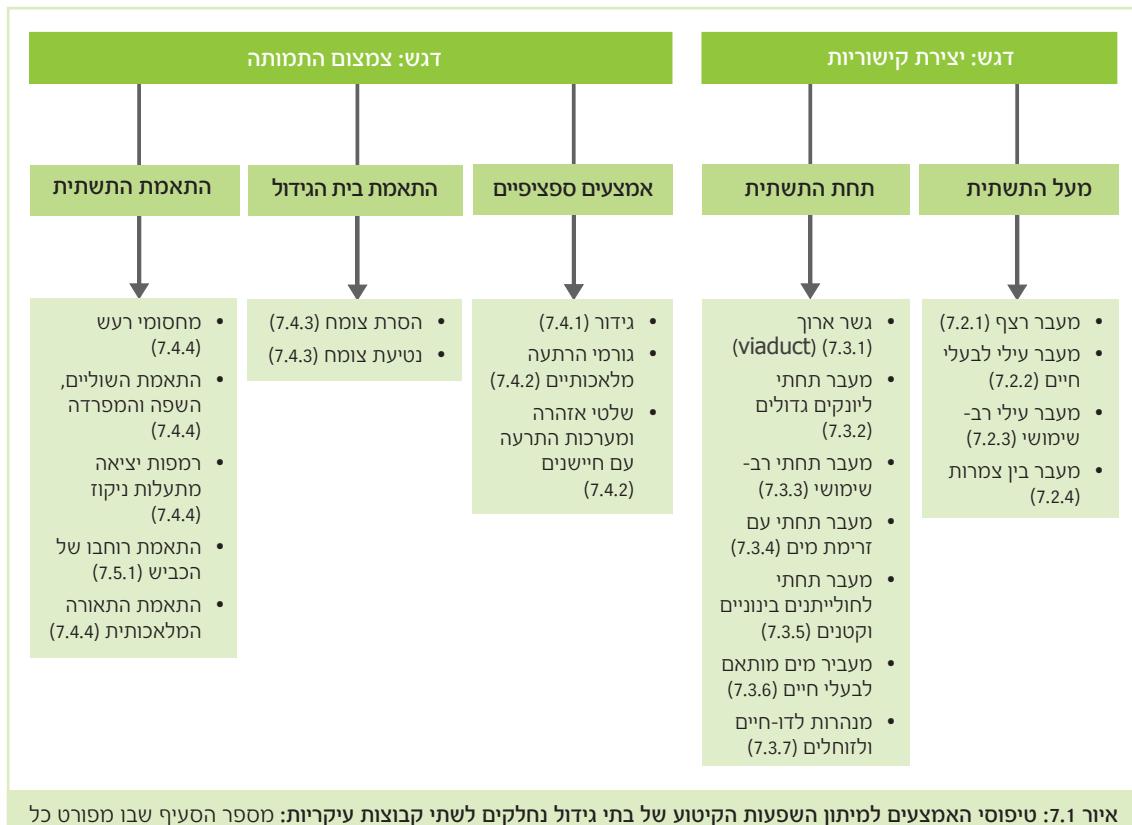
בסעיפים 7.1.8-7.2.3 מוצג בסיסי על טיפוסי האמצעים, על הקשר בין השימוש באמצעי למיתון שונים ועל האופן שבו יש לבחור את המתאים ביותר מביניהם. אמצעים שונים אמורים מותאים בנפרד לשם הבחירה, אך פעמים רבות נדרש לצרף ביניהם. בסעיפים 7.2.4-7.3 מתוארים טיפוסי המבערים השונים: סעיפים אלה מתחמקים במעברי רצף ובמעברים לבני חיים מכיוון שהם האמצעים הייעודיים לצמצום אפקט החיזץ של התשתיות ולהגברת חדירותה (infrastructure permeability). סעיפים 7.4-7.5 מציגים טווח של אמצעים משלימים נוספים המיעודים למיתון השפעות הקיטוע ולצמצום התקומות.

7.1.2 טיפוסי אמצעים ותפקידם העיקריי

יצירת קשריות לעומת צמצום התקומות

האמצעים לצמצום קיטוע בתיה גידול ולהגנה על בעלי חיים לאורק תשויות תחבורה נחלקים לשתי קבוצות ראשיות לפי תפקידם העיקריי (איור 7.1):

- **יצירת קשריות:** אמצעים אלה מצמצמים את הקיטוע במישרין ומובירים את הקישוריות. הם כוללים מעברי רצף אקלוגיים ומעברים לבני חיים (עלילים ותحتיים) המאפשרים אפשרות מעבר בין בתיה גידול שנפגעו מיפוי תשתיות תחבורה ומהפעלתן.
- **צמצום התקומות:** אמצעים אלה מצמצמים את התקומה הכרוכה בפעולות תחבורה, תוך שיפור בטיחות הנסעה לנושאים, וכן מקטינים את ההשפעה של תשויות תחבורה על אוכלוסיות בעלי חיים.



איור 1.7: טיפוסי האמצעים למיתון השפעות הקיטוע של בתים גידול נחלקים לשתי קבוצות עיקריות: מספר הסעיף שבו מפורט כל אמצעי ואמצעי מצוין בסוגרים.

יש לזכור כי תמotaה ואפקט חץ אינט משפיעים באופן זהה על אוכלוסיות בעלי חיים. לא פעם השפעות התמotaה ניכרות כבר לאחר דור או שניים, ואילו השפעות החץ ואבדן הקשריות יתבטאו רק לאחר כמה דורות.

צמצום התמotaה מסייע לרוב באופן ברור ונגלי יותר לשמור על אוכלוסייה ברמה המקומית. הדבר נכון במיוחד כשמדבר בזנוקים גדולים או ביןוניים, שמצוותם במרחב נמוכה, שקצב רביתם נמוך והם בעלי זמן דור יחסית. אמצעים המתוכננים לצמצם את תМОות בעלי החיים כוללים גם התאמה של מבנים הנדסיים שעולמים להיות מלכודת מועות לבבלי חיים, במיוחד לבבלי חיים קטנים, כמו מערכות ניקוז, תעלות וחיפויות לאורכו כבישים.

צמצום אפקט החץ באמצעות תכנון והקמה של מבני מעבר לבבלי חיים יכול לעודד חילוף פרטים משני צדי הכביש בהיקף מסוים, לאפשר לפרטים גישה למשאים חשובים ולהגביר את חיוניות האוכלוסיות. עם זאת, שתי השאלות (א) באיזו מידה נדרשת תנוצה בתוך אוכלוסייה (ב) מה מהו מוחסם לקישוריותן שאלות שקשה לענות עליהן, במיוחד כשמדבר במינים נדירים שהתגנוגות בהקשר זה מוכרת פחות. אפקט החץ יכול להיות קריטי גם לקיומה של אוכלוסייה מקומית קטנה ומבודדת הננתונה בסכנת הכחדה מחמת קיטועות שונות שאינן הקשורות בהכרח לקיים של התשתיות או מחמת ההשפעה המשולבת של קטסטרופות כלשהם ושל תנוצה ישירה שנובעת מהפגיעה בכבישים המהמעברים תחום מחייתה של האוכלוסייה (ראו פרק 3). תכנון מפורט נכוון של מעברים לבבלי חיים מאפשר לקנים בחילק מההמעברים גם תנוצה של מרכיבים נוספים של המערכות האקולוגיות שמקיפות את התשתיות, כמו מגוון רחב של מיני אורגניזמים, ובכללם חלקים צמחים ייחודיים ובניה והפצה שלהם, מעבר של חומרים ושל אנרגיה. השימוש במערכות לבבלי חיים מצריים לרוב נקיית אמצעים מסוימים, אחד או יותר, למשל גידור או הוספה של פתחי מילוט. כמו כן, חשוב לזכור כי הഫראות הנוטפות מכבים וممסילות ברזל יכולות לתרום במידה ניכרת להשפעות של קיטוע בעלי חיים וצמחים (ראו פרק 3), ולאחר שכך, רצוי לבחון את האפשרות לשימוש באמצעים לצמצום ההפרעות (כגון רוש, תאורה וחיזום כימי, ראו סעיף 7.4) לצד שימוש באמצעים אחרים שנעודו לצמצם אופנים שונים של זיהום והפרעה מתחבורה.

לעתים הבחינה בין אמצעים לצמצום התמotaה לבין אמצעים לצמצום אפקט החץ מוטשטשת: אמצעי מיתון יכולים לשרת בעת ובזעונה אחת את שני התפקידים, ולעומת זאת – לאמצעי מיתון המשרה תפקוד מסוים עלולה להיות השפעה שלילית נלוית על התפקיד الآخر. כך למשל, גידור הוא אמצעי טוב לצמצום מספר ההתגנוגות בין יונקים גדולים לבין כל רכב, אך בה בעת הוא מוגבר את הקיטוע של בתים גידול. מתוור כך אפשר לראות גידור או אמצעי למיתון השפעות הקיטוע ורק כשהוא משמש לצד מעברים לבבלי חיים שמשמעותם במידה מה על אפקט החץ השלילי שהוא יוצר. דוגמה אחרת היא מעברים תחתתיים המתוכננים היטב לתנועת לוטרות אך הם גם מקשרים באופן כללי בין בתים גידול שבין שני צדי הכביש וגם מצמצמים את מספר הפרטים שנדרסים למועות.

פתרונות יעודיים לעומת מבנים רב-שימושיים

הבחנה נוספת בין טיפוסי אמצעים נועגת למטרה שלשמה נועד אמצעי הנדסי מסוים. אפשר לתכנן באופן מיוחד מבנה יעודי לשימוש אך ורק למעבר של בעלי חיים ולא יורשו להיכנס אליו בני אדם. מהצד الآخر, אפשר לשדרג גשרים, מעברי מים ומבנים הנדרסים אחרים הקשורים לתשתיות התחבורה כדי להתאים למעבר בעלי החיים. בדומה למתואר לעיל בדבר הבחנה בין אמצעים לצמצום התמותה לבין אמצעים לצמצום אפקט החיזק, גם במקרה זה אין תמיד הבחנה ברורה בין אמצעים יעודיים למעבר בעלי חיים לבין מבנים רב-שימושיים: מעבר עילי יעודי לבעלי חיים יכול להשתלב עם שביל עיר במקום שבו יערנים צריכים לחצות את התשתיות לעיתים קרובות או עם שביל למטיילים במקום שבו תנועת בני האדם אינה רבה, במיוחד בלילה.

חשוב לבחון גם את עניין ההקמה של מעברים חדשים לעומת מבניםקיימים בהקשר המרחבי והפרויקטאי: קל יותר מבחינות מסוימות, ובמיוחד מבחינת העליות הכרוכות, למזער השפעות-kitou מילכתייה בעקבות התכנון והבנייה של תשתיות תחבורה חדשות. שילוב הבוט זה כבר בשלבים הראשונים של התכנון ושל ההtauוויה יכול להביא למציאות הפתרונות המיטביים להגברת הקישוריות. עם זאת, וכי שכך צוין, מרבית תשתיות התחבורה בישראל נבנו זה מכבר וולקן ישודרגו בדרך זו או אחרת. גם במצב זה אפשר למצוא פתרונות לא מעתים שישו לצמצום הקיטוע והזקנים שכבר יצרו בנויות התשתיות והפעלה, אף על פי שפתרונות בסיסות אלה נאלצים להתחשב בהtauוויה שאינה המיטבית מבחינת הקישוריות ובאלוצים תקציביים, ניהולם ותחבורתיים הקשורים למצב הקיים.

איסוף מידע על הביעות המסתמןות כיום ונוחותם יכולים להנחות את אנשי המקצוע היכן לפחות את המאמרים ובאיזהו אופן לסייע בקביעת סדרי עדיפות לטיפול בעיבית הקיטוע הקיים. התאמת של אלמנטים הנדרסים קיימים היא לעיתים קרובות הדרך המתאימה והנוחה ביותר למציאם אפקט החיזק של תשתיות קיימות. רובות מהתאמות אלה אין יקרות, ויכולות לשפר את חדיות התשתיות במידה ניכרת. עוד על כך ראו בסעיפים 7.1.7-7.1.6.

תכנית להפחחת קיטוע קיים בהולנד

צפיפות נתבי התחבורה ורמת הקיטוע הגבוהה מאוד בהולנד הביאו לגבוש מדיניות לחיזוק הרשות האקלוגית הלאומית (SNS), שתאריך היעד שלו הוא 2018. את הרשות האקלוגית הנדרשו ואפיינו על ידי חיבור בין שטחים שונים באיכותם, בהגדלתם הסטטוטורית ובשימושי הקרקע שלהם לבין ערוצי תנועה וזרימה המקשרים ביןיהם ברמה הלאומית. מטרת ההגדלת ברמה הלאומית גובשו במסגרת הפרויקט הנדרס תסדורות וטיחות לשימוש ולטיפוח. כדי להפוך את ציוויל של תהליך הקיטוע (לכיוון דרגמנטציה) הוגדרו האזרחים החשובים לקישוריות ואובייחנו האתירים שבהם יש לשפר את הקישוריות, בדומה למטרות המסדרונות האקלוגיים וצוארי הבקבוק שאותו ברמה הלאומית בישראל.

התכנית הלאומית ההולנדית מעוגנת מבהינה סטטוטורית, ונעשה בה שימוש כדי ליצור קישוריות בקנה מידה אזרחי או לאומי בעקבות הכנות תכניות לשתיות תחבורה חדשות ולשדרוג תשתיות קיימות. במקומות שבהם תשתיות תחבורה חוותות מסדרונות תנועה שאפיינו כחשובים, מעברים מושפרים את הקישוריות ומתקנים את הסיכון לבעלי החיזק.

תמונת המצב לשנת 2008 הייתה כי רבות מהבעיות הקשות נפתרו, וכי נותרו עוד 208 אתרים, נקודות מפגש, שבהם נדרש פתרון כדי שהtauוויה התכניתית. הפתרונות כללו מעל 200 מעבר מוגדרה לבעלי חיים קטנים, 10 מעבר רצף שנבנו ועוד כ-25 Bahliyi תכנון, ולמעלה מ-200 מבנים הנדרסים שהותאמו למעבר בעלי חיים. המהלך נעשה תוך קביעת סדרי עדיפות ובcheinה קפדיות של התשובה לשאלת האם המשאים הכספיים שהושקעו אכן הביאו את התוצאות המבוקשות. אחד מעברי הרץ שהושלם ב-2006 ליד העיר Hilversum הוא הגדול בעולם, והוא כ-800 מטרים.

הגישה שננקטה בהולנד כוללת שני שלבים עיקריים:

שלב 1: חיפוש פתרון המחבר בין הבעייה בממד האזרחי לבין פרויקט ספציפי תוך ניהול תקשורת ושיתוף פעולה עם בעלי עניין שונים - מנהלים של שטחים פתוחים, רשויות שונות, ארגונים והציבור הרחב. בתהליך בנייתם כבושים חדשים נכללים מחקרים אזרחיים וCHIPOT פתרונות יצירתיים הכוללים הימנענות, מזעור נזקים ופיקוח אקלוגי.

שלב 2: תוכנן מעברים ובינויים: קבלת החלטה בדבר ממד המעברים ומיקומם. תהליך התכנון קפדי מאד, ונעשה בשיתוף פעולה עם בעלי העניין השונים. תשירות זו מסייעת לצמצם חסמים, ולעתים אף מניבה יתרונות שנוגעים לשיתוף פעולה תקציבי וארגוני המזרז את התהליך ומאפשר פתרונות מושלבים, הכספיים על סדרי עדיפות וחילוק תחומי האחריות.

7.1.3 מעברים לבעלי חיים כחלק מתפיסה כללית של חדיות הנוף

מעברים לבעלי חיים הם מרכיב קטן אך חשוב בתהליכי הגידול בכך שהם מוגברים את תנועת בעלי החיים על פני תשתיות תחבורה. ברמת הפרויקט – כביש או מסילת ברזל – אפשר לשפר את חדיות התשתיות המסויימת על ידי שימוש אלמנטים מקשרים כמו מנהרות, גשרים או מעברים יעודיים לבעלי חיים. עם זאת, חשוב ביותר שלא לדון בנפרד בעניין מעברים יעודיים לבעלי חיים ולודוא שככל אלה יהיו חלק מתפיסה חדיות כוללית כיוון שהמטרה העיקרית היא להבטיח את הקישוריות בין בתים גידול בססקלה הרחבה יותר, בתוך אוכלוסיות וביניהן: ברמה האזרחי, תפיסה זו מדגישה קישוריות בין בתים גידול ומתחשבת בפייזום המרחבי של בתים גידול ובמחסומים אפשריים אחרים כמו שטחים בניויים.

אמצעי מיתון, ובמיוחד מעברים לבורי חים, הם **חוינוים** אם תשתיות תחבורה חוצה כתמים חשובים של בית גידול, אם היא יוצרת מחסום לנתיבי נדידה, ואם אי אפשר להימנע מQUITOU על ידי שינוי התוואי (ראו פרקים 3 ו-4). מעברים לבורי חיים נוחוצים במקרים הבאים:

- העברת התשתיות גורמת **נזק ממשועתי או אבדן** של בתים גידול מיוחדים, חברות או מינים של בעלי חיים.
- כביש או מסילת ברזל משפיעים על **מינים ורנישים** במיוחד למחסומים ולהיפגעות מדriseה.
- **החדירות הכלכלית של הנוף והקישוריות** בין בתים גידול במרחב נפגעת במידה ניכרת בשל פיתוח תשתיות תחבורה.
- מעברים לבורי חיים הם פתרון מתאים **לצמצום אפקט החץ** ברמת המין.
- אמצעי מיתון שעולותם פחותה אינם **צפויים להיות יעילים**.
- הכביש או מסילת הרכבת **מוגדרים לאורכם**.

7.1.4 בחירת האמצעי המתאים

מעברים לבורי חיים וה牠מות לשתיות שמכבירות את האפשרות לתנועה בטוחה של בעלי חיים הם אמצעי המיתון החשובים ביותר בפרויקט. עקרונות רבים המאפיינים, למשל, למקומות מעברים המודדים הנדרשים הם זרים עבורי טיפוסים שונים של מעברים, ובseinif זר נדון במאפיינים הכלליים יותר. בבעוננו למלמד מהניסיון המctruber לגבי מעברים שכבר הוקמו ותפעלו השאלות שעלינו לשאול הן דומות: איך נראים מעברים? איפה הם נבנו? לאילו מיני יעד כווננו? לאילו טיפוסי כבישים הם נבנו? באילו מאפייני סביבה הם נבנו? האם הם הוכחו כמושלמים? האם יש מידע על פרטי התכנון המפורט ועל העליות? האם העיצוב היה מופרז (יקר מדי)? האם הוא לך בחסר?

שלבי התהילה	
	אופן הchèirosh וההחלטה על הצורך במעבר, על טיפוס המעבר ומיקומו ועל הצורך באמצעות נוספיםים
 ב) לימוד המשתנים ואינטגרציה: <ul style="list-style-type: none"> • ניתוח המידע שנאסף • חיפוש הפתרונות המותאמים ביותר בהתאם למטרות האקוולוגיות (הקריטריונים הם מני היעד וערכיות בית הגידול) ובהתאם לאיוליזים הנבעם מהתומוגרפיה, מאפיי הסביבה, ומיבטים טכניים וככפים קביעת סדרי עדיפות • בחירה של "סל" פתרונות 	א) לימוד ההיבטים: מה הן המטרות האקוולוגיות?
 מידע מרחבי נוסף שנכלל בעת תכנון מפורט של "סל האמצעים": <ul style="list-style-type: none"> • סוג התכנית ו שימושי השיטה בסביבה (בעיקר לגבי חקלאות ונופש) • אדמה, מים, גאומורפולוגיה וחיהם • תפקודים נסofsים של כביש (כמו תיעול זרימת מים לכיוון אחר) • שטחים מגננים וערכי נוף, ארכאולוגיה ו מורשת בעלות על השיטה, בניין, שטחים סגורים; • תשתיות חשמל, גז וכו' • תכניות לעתיד • דרישות בטיחות ודרישות לבני הפרטעה לתנועת בעלי חיים ו/או תנועת בני אדם 	הנתן המרכיבים האקוולוגיות במרקם <ul style="list-style-type: none"> • אילו מערכות אקוולוגיות ובתי גידול קיימים באזור? מה מצבם? • נוכחות מינים מגננים או מינים בסכנה באילו מבתי הגידול חשוב יותר לשפר קישוריות ולשמור תהליכי חירמה? • מהו המרכיב המרחבי המסתים ומה הן הביעות הנובעות ממנו? מה אופי החץ? • הבנת סוג המיחסום (רחוב, גובה ועוצמות התנועה בו) • האם השטחים הפתוחים מקטועים לצטמים? מהו פיזור המרחבי? • האם יש מחסומים נוספים בין שטחי פעילות שונים של מין כלשהו (למשל אזור לינה ואזור שיחור מזון)? • האם נדרש ניתוח ברמת המערכת האקוולוגית, ברמת המין או בשתי הרמות גם יחד? למי מיעדים הפתרונות? • מי הם מני היעד או קבועות היעד? • איך מני היעד משתמשים במרקם (איפה הם חיים וair עוברים)? • אילו מינים נוספים יכולים להפיק תועלת מהפתרונות?
שאלות המסייעות להחליט על טיפוס המ עבר, ייצבו ומדדו : <ol style="list-style-type: none"> (1) מי הם מני היעד ומהו הרוחב המינימלי הדרוש להם לצורך מעבר? (2) לאילו בתים גידול זקנים מני היעד לצד המעבר, בתוכו (מעבר תחתי) או עליו (מעבר עלי)? (3) האם אפשר לספק את בית הגידול הדורשים ברוחב שנקבע קודם לכן? (4) האם יש שימוש נוספת במעבר (האם רצוי לשבלו עם שימוש אנושי, והאם צריך להתאים בשל כך את הרוחב)? מהו? (5) אילו מינים נוספים יכולים להפיק תועלת מטיפוס מעבר זה במקומות שנבחנים? 	7

בכל מקרה וمرة, בחרית האמצעי המתאים כרוכה בלימוד ההיבטים השונים הספציפיים לפוריקט ולמקטע הנבדק בו, למשל הבנת אופי הבעיה עבור מינים שונים החיים באותו מוחך, הבנת אופי המחסום ובוחינת קיומם של מוחסומים נוספים בקרבת מוקם להבנת המצב המרחבי בכללותו, אינטגרציה של מידע זה והגדרת המטרות האקולוגיות שהשימוש באמצעי המסויים אמור לשרת.

לאחר שנבחר טיפוס המעבר המתאים, בתכנונו יש חשיבות לשני מרכיבים: (א) **בחירת המיקום המתאים למעבר;** (ב) **יעזוב המעבר** כך שימלא בזרה המטיבית את יעד היצוע שהוגדרו. במהלך התכנון נשאלות שאלות לגבי ממדיו המערבים ולגבי המידה שבה עיצובם בתכנון המפורט צריך להתחשב בהתנוגות שהיא ספציפית למין מסוים. לצד שאלות אלה נבחנים שיקולים כמו עלות, לוגיסטיקה, חומרים זמינים, ניסיון והמבולות הפיזיות של האזור (למשל קרקע, מסלע, הידרולוגיה, שיפורים).

בבואהו לביצוע הרכבת ביצועים של אמצעי מיתון שנועד לצמצום התמותה ולצמצום אפקט החיז' עליו לשקל את היצוע המשולב של האמצעים הן בהשפעת צמצום התמותה והן בהשפעת צמצום החיז', ולא רק בכל אחת מההשפעות בנפרד.

טיפוסי המעברים

בחירת טיפוס המעבר המתאים ביותר לבורי החיים מחיב התחשבות באופי הנוף, בתמי הגידול שימושיים ובמינאי היעד. את החשיבות של בתמי הגידול ושל המינים אפשר לאמוד בקנה מידה מוקומי, אזורי, לאומי ואף-לאומי מתקשו השפעה על הסביבה (ראו פרק 5). ככל, ככל שקיימות בתמי הגידול חשובה יותר למין היעד, כך על אמצעי המיתון להיות ייעודי ומורכב יותר (ראו אייר 7.2). לכן, במקומות שבו מסדרון אקולוגי החשוב ברמה הלאומית לתנועה של יונקים גדולים נקטע על ידי פיתוח תחבורה ואי-אפשר להימנע מכך, יתכן שמעבר רצף גדול הוא האמצעי היחיד לשיער לשומר קישורות מותפקדת. לעומת זאת, ניתן שדי בכמה מעברי מים קטנים כדי לקיים נדידה לאוכולוסייה של דו-חיים חשיבותה מקומית. למעשה, רק לעיתים רחוקות נדרש אמצעי אחד בלבד למיתון עיל של קווטו בתמי גידול. המצב השכיח מחייב לרוב "סל" של אמצעים מושלבים העונים על בעיות באתרים מסוימים ובתשתיות המוסיפה בכללה, וכן הפתרון המיטבי הוא כאמור צירוף של מגוון אמצעים המתאימים לקבוצות שונות של בעלי חיים.



אפשר ליצור מעברים לבורי חיים במגוון צורות וגדלים לפי יעדים הספציפיים. בפרק זה, למען הסדר וההבחנה בין מטרותיהם האקולוגיות ואופן השימוש בהם, נחלק את המעברים ל-11 טיפוסים שונים: ארבעה טיפוסים של מעברים עליים וسبعة טיפוסים של מעברים תחתיים.

מטרת המעבר: שניים מהמעברים האלה (מעבר רצף וגשר ארוך) מיועדים ליצור רצף של בית הגידול והאחרים מיועדים לתפקיד בעיקר לצורכי מעבר.

אופן השימוש במעבר: שישה מהמעברים האלה מיועדים לשימוש בלבד בעלי החיים, שניים מהמעברים הם רב-שימושיים – מתוכננים למעבר משותף של בני אדם ושל בעלי חיים, ושלושה האחרים מיועדים לשלב בין מילוי תפקוד אחר (זרימת מים) לבין מעבר בעלי חיים. שתת המעברים הייעודיים לבורי חיים הם: מעבר רצף, מעבר עילי לבעלי חיים, מעבר בין צמרות, מעבר תחתי ליוניים גדולים, מעבר תחתי לחוליותנים קטנים ובינוניים ומנהרות שהותאמו במיוחד לתנועה של דו-חיים ושל זוחלים.

מעברים עליים:

- 1) מעבר רצף - מומלץ לעדו אך ורק לשימוש בעלי חיים. מעברים אלה משמשים את הטווח הנרחב ביותר של מיני בעלי חיים וצמחים בשל ממדיהם הגדולים, בשל האפשרות ליצור בהם טווח מגוון של מיקרו-בתי גידול ושל יכולתם לקיים רצף בין בתים גידול הנמצאים משנה צדי התשתית. אפשר להתאים במיוחד גם למעבר דו-חיים וזוחלים, יונקים קטנים ותת-קרקעיים ומינים של חסרי חוליות.
- 2) מעבר עליי לבני חיים - קטן ממ עבר רצף. גם מעברים אלה מיועדים לשימוש בלבד בעלי חיים גדולים וקטנים כאחד. הם יכולים לשמש טווח מינים נרחב, אך לרוב מותכנים בהתאם לצורכיהם של מיני יעד ספורים.
- 3) מעברי עליי רב-שימושי - זהה בדרך כלל המעבר העליי שמספריו הם הקטנים ביותר. הוא מיועד לשימוש משולב של בני אדם ושל בעלי חיים. מעבר זה מתאים במיוחד לשביבה שבה רמת הפרעה האנושית גבוהה, והוא יעיל במיוחד למינים גנරליסטיים שיכולים להסתגל לרמה קבועה של נוכחות ושל הפרעה אנושית.
- 4) מעבר בין צמורות - מיועד במיוחד למינים שכני עצים או למינים זזוקים לעצים או לצמורותיהם לשם תנועה. מעבר זה עונה על צורכיהם של מינים שאינם נעים למרחקים גדולים על הקרקע ויש להם קושי לחצות שטחים פתוחים שאינם מיוערים.

מעברים תחתיים:

- 5) גשר ארוך או יאדוקט - המעבר התתיתי הגדול ביותר במקודם, שלרוב אינו נבנה במיוחד עבור בעלי חיים אך מאפשר את ריציפות בתים הגידול השוכנים משנה צדי. הקפאתה הרחבה והנצחות בעדו מאפשרים לטווח רחב של מינים להשתמש בו. אפשר להתאיםו לשימוש דו-חיים וזוחלים, מינים הקשורים לבתי גידול לחים ומינים שכני עצים.
- 6) מעבר תחתי ליוניקים גדולים - אינו גדול כמו מרבית הויאדוקטים, אך הוא הגדול במעברים התתתיים המותכנים במיוחד לבני חיים. אולם מעבר זה מיועד לתנועה של יוניקים גדולים, אך יוניקים שטחי גופם קטנים או בינוניים משתמשים בו אף הם, ובהתאמות נוספות אפשר להכשירו גם למעבר של דו-חיים וזוחלים.
- 7) מעבר תחתוי רב-שימושי - תכנונו דומה לזה של מעבר תחתוי לבני חיים, אולם הוא מיועד לשימוש משולב לבני אדם ולבעלי חיים (למשל כביש צדי, דרך עפר, מעבר חקלאי או שביל טoil ייעודי). ממדיו לרוב קטנים מלה של המעבר התתיתי המופיע ליוניקים גדולים, גם בגל הרוכב של מיני בעלי החיים המשתמשים בו לצד האדם. אלה מתאימים לטווח קטן יותר של בעלי חיים, בעיקר מינים גנරליסטיים המציגים בסביבה המאפיינת בהפרעות אדם מחרובות. התאמות של מבנה המעבר לצרכים של מיני יעד מסוימים יכולות להגדיל את טווח המינים המשתמשים במעבר ואת כמות הפרטים המשתמשים בו, במיוחד אם השימוש של בני האדם אינו תקין (למשל מעבר חקלאי) ואני רvb בשעות הלילה, ואם נתיב תנועתם אינו סלול.
- 8) מעבר תחתוי עם זרימת מים - גשר קצר שנועד לאפשר זרימת מים חופשית תחת תשתיות התחבורה, אך בתכנון נכון ניתן גם תנועה חופשית של בעלי חיים. הקפאתה שלו קטן מזה שיש לגשר ארוך, והוא גם נמוך יותר. לפ' אופן תכנונו המפורט מעבר זה יכול לאפשר תנועת בעלי חיים אקווטיים וחצי-אקווטיים ו/או תנועת בעלי חיים המעדיפים בית גידול יבשתי יותר, ואפשר להתאיםו גם לשימוש דו-חיים וזוחלים. תנועה של יוניקים גדולים לאורך הגdotsת התאפשר אם הקפאתה גדול למדי ואם תכנונו המפורט של המבנה יותאם לצורכיהם. יוניקים בינוניים וקטנים ישתמשו בו אם ערוץ זרימת המים וגדרתו הושארו במצבם הטבעי ואם יש מחסה בשפע.
- 9) מעבר תחתוי חוליותניים ביןוניים וקטנים - בין המעברים התתתיים הקטנים יותר המופיעים לבני חיים. מעבר זה מיועד בעיקר ליוניקים בינוניים וקטנים, אולם השימוש בו על ידי המינים השונים תלוי במידה שבה המעבר וסביבתו יותאמו לצורכיהם.
- 10) מעבר מים מותאם למעבר בעלי חיים - מבנה שתפקידו הראשי לצרכי ניקוז, והוא הותאם לתנועת חוליותניים בינוניים וקטנים, בעיקר אלה הנמצאים בסביבת בתים גידול אקווטיים ותעלות ניקוז, כדי להגביר את מידת השימוש שלהם בו; מעבר זה יכול להיות בשימוש רב גם על ידי מינים נספחים, במיוחד בשעתונת הנשימות. דרגשי הליכה מוגבהים יתכונו בגדרים ועיצובים, ולרוב הם ממוקמים מצד אחד או בשני הדפנות הפנימיים הצדדים של המעבר, מעלה גובה הזרימה הממוצעת.
- 11) מנהרה לדו-חיים וזוחלים - מיועד במיוחד למעבר של דו-חיים ושל זוחלים, אם כי חוליותניים קטנים וביןוניים אחרים עשויים להשתמש בו אף הם. ביום השימוש עיצובים רבים המיעדים לענות על הצרכים הייחודיים של מין או של קבוצה מסוימת ספציפית.

ההchlטה על התאמת טיפוס המעבר למקומות הספציפי תלואה בקריטריונים אחדים. ראשיתה בזיהוי הטיפוס הכללי של המעבר המתאים ביותר לפוטנציאלי הקישוריות בין בתים גידול, למיני היעד שהוגדרו ולטופוגרפיה של האתר שנבחר. אירום 7.2.7. יכולם לשיער בבחירת טיפוס המעבר בהתאם על שני קритריונים: אילוצי הטופוגרפיה ואיכות בית הגידול.

מעברים עליים לעומת מעברים תחתיים

יש כמה עקרונות כלליים הנוגעים למידת התאמתו של מעבר עלי או מעבר תחתית למיקום, מomin יעד ולמצב מסוים. הבחירה באחד או באחר נקבעת בחלוקת על ידי הטופוגרפיה. כך לדוגמה, בשטח הררי או גבאי לעיתים קל יותר לבנות הן מעברים עליים והן תחתיים; בשטח מישורי שבו מפלס מי התהום אינו גבוה מדי לעיתים קל יותר לבנות מעברים תחתיים. דוגמאות למעברים עליים ותחתיים בתנאים טופוגרפיים שונים יובאו להלן בסעיפים המתאימים.

הבחירה בין סוגי המעברים תלויות גם בbatis הגידול הסטטיסטי שיש עניין לקשר ביניהם ובמיini היעד. למעברים עליים יש יתרון בכך שקל יותר ליצור בהם תחושה של רצף ולספק מיקרו-batis גידול המתאים לצורכיים של מינים שונים של בעלי חיים מפני שכוחם גדול בהם מאשר במקומות תחתיים. לפיכך טוחן גדול יותר של מינים עשוי להשתמש במקומות העליים. עם זאת, התנאים במעבר עלי הם לרוב יובשניים יותר, ולכן בעלי חיים שمعدיפים לחות או רטיבות יכול להתאים יותר מעבר תחתי. לדוגמה, ניטור הראה שכאר מעברים עליים ותחתיים סוככים זה זה, בעלי חיים גדולים כמו איילים העדיפו להשתמש במעבר העלי, ואלו בעלי חיים שמתמחרים במחילות העדיפו את התחתיים.

טבלה 7.1: מינים וקבוצות מינים המוזכרים במדריך כמיini יעד

פרסתנים	צבי ישראלי וצבי הנגב, יעל, מינים מושבים (אייל, יחמור, ראמ, פרא), חזיר בר, מינים מבויתים
יונקים בינוניים	זאב, תנ, מיני שועל, קרכל, מיני חתול, צבוע, מיני גירית, לוטרה, נמייה, סמור, דלק, דרבן, ארנבת, שפן סלע
יונקים קטנים	מיני קיפוד, חולץ, מכרסמים וחדפים
יונקים מעופפים	עטלפים (32 מינים, רובם בסכנת הכחדה)
זוחלים	מיני צבי יבשה, צבי ביצה, לטאות, נחשים (35 מותוך 100 המינים בישראל נתונים בסכנה)
דו-חיים	6 מותוך 7 המינים שנדרשו בישראל נתונים בסכנת הכחדה
דגי מים מותוקים	6 מותוך 26 המינים שנדרשו בישראל נתונים בסכנה, חלкам שוכני נחלים שבית גידולם נחצה ונחסמ על ידי תשתיות תחבורה
חרקים	חיפושיות, נמלים, פרפרים, דבורים, זבובים
חרסרי חוליות אחרים	מינים וקבוצות טקסונומיות של בתוי גידול יבשתיים ובתי גידול חיים כמו עכביים, עקרבים, סרטנים, חלזונות ורכיכות אחרות, שלשלולים ומיני תולעים

ערה: שמות מדיעים של מיני חוליותננים יבשתיים המוזכרים במדריך מובאים בסוף 10.5

מיini יעד

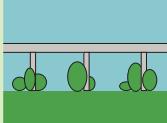
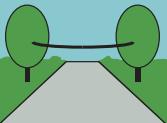
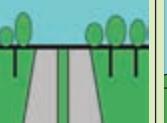
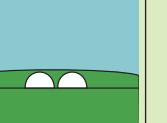
זהו מיini היעד הוא שלב חשוב בתהליכי התכנון המפורט, שבו נקבעים במידה רבה מקום המעברים ועיצובם על פי מקומות של מיini היעד ודפוסי תנועתם למרחב התכנית ובסביבתו (דוגמאות למינים ולבוצות מינים ראו בטבלה 7.1). עד על תהליכי התכנון ראו סעיף 5.3. זהו מיini היעד חשוב גם כבסיס לתכנון פרוצדורות הניטור שישמשו בהמשך כדי להעריך את מידת ההצלחה של אמצעי המיתון (ראו סעיף 7.1.8 ופרק 9). כל מין מוקמי באזור הנבחן יכול להיות מיין יעד למעברים בעלי חיים (airo 7.3). לעומת זאת, מינים מסוימים צריכים להיות מיין יעד, כיוון שהם אינם חלק מהמערכת האקולוגית הטבעית, וכך לא רצוי לעודד את התפשטותם. בפועל, הבעיות הכרוכות בבניה מוגבלות לבעלי חיים שתכתי מותן עדיפות למינים בעלי חשיבות מקומית או אזרחית שפיטה התשתיות מאיים עליהם.

זהו מיini היעד אמן חשוב בקביעה אם חיוני למקם מעברים לבעלי חיים והניסי הראה שעיצובים מסוימים טובים יותר למינים מסוימים מאשר אחרים, אך בתכנון המפורט של המעבר רצוי להתחשב לא רק במין יעד מסוים אלא להגדר אילו מינים נוספים יכולים להפיק תועלת מפתרון כלשהו, ולשפר את התכנון בהתאם לכך (airo 7.4).

בטבלה 7.2 מוצגים 11 טיפוסי המעברים וטוחן המומלץ לכל אחד מהם. הטבלה מציבה באופן כללי על טיפוסי המעבר שיכולים להתאים למין או לקבוצת מינים.

יש שיטם לב לcker שטחי המעבר המומלצים במדריך מצוינים מזוית ואותו של בעל החיים המשתמש במעבר, מהכיוון שמננו בעל החיים יחצה את התשתיות בכו הקצר ביותר, כלומר – בכוון התנועה (airo 7.10 בסעיף 7.2.1).

טבלה 7.11 טיפוסי המעברים: השימוש, טווח המומלצים המומליצים לכל אחד מהם ומידת התאימותם לבעל חיים (מינימלי מיזגיים או קבוצות מינימום)

גשר ארוך (יאדוקט) (סעיף 7.3.1)	מעבר בין צמורות (סעיף 7.2.4)	מעבר עלי רב-שימושי (סעיף 7.2.3)	מעבר עלי לבעל חיים (סעיף 7.2.2)	מעבר רצף (סעיף 7.2.1)	
					
במידת המעבר (במטרים)					
משתנה לפי המיקום	--	רוחב: 10	רוחב: 50-40	רוחב: 80-70	מינימלי
תשוכות לב לגובה העמודים	--	רוחב: 50-15	רוחב: 70-50	רוחב: מעל 100	מומלץ
X	0	X	0	0	השימוש במעבר
פתרונותים					
					צבוי
					חדר
		?			על
					איילים
יונקים ביוגניים (בעיקר טורפים)					
		?			זאב וצבוע
					חתן וושאול
					גירית
					לוטרה
	?				סמור ודלק
					נמייה
		?			חתוליים
					דרבן
					ארנבת
					שפון סלע
יונקים קטנים					
					קיפוד
					חולד
	?				מכרסמים וחדפים
					זוחלים
					נחשים
					לטאות
					כבים
דו-חיים					
					דגים
חסרי חוליות (קרקעאים)					
					מיינים של בתיה גידול יבשים
					מיינים של בתיה גידול לחים
מינים מעופפים					
		?			עטלפים
					ציפוריים
	?				חרקים מעופפים

7

לא מומלץ או לא רלוונטי



פתרון אופטימי ומומלץ



לא ידוע, דרוש מידע וניסיון נוספת



?

אפשרי, אם יתואם לתנאים המקומיים ולממדים לפי צורכי המין

השימוש במעבר : 0=יעודי לבעל חיים; X=שימוש מעורב. המעברים המודגשים ברקע צהוב מייעדים גם ליצור רצף בתיה גידול יותר המעברים מייעדים לתפקיד מעבר בלבד

מגנירה לדוחים (סעיף 7.3.7)	מעבר מים מודעתם למעבר בעלי חיים (סעיף 7.3.6)	מעבר תחתי לחוליות ננסים ובוננים וקטנים (סעיף 7.3.5)	מעבר תחתי עם זרימת מים (סעיף 7.3.4)	מעבר תחתי רב-שימושי (סעיף 7.3.3)	מעבר תחתי ליונקים גדולים (סעיף 7.3.2)	
						
מדד המעבר (במטרים)						
ממדים לפי אויר המגנירה	רוחב דרגש: 0.5 шиוף: <30°	קוטר: 0.4	רוחב נתיב הליכה: 2 גובה: 3	רוחב: 5 גובה: 2.5	רוחב: 7 גובה: 3.5	מינימלי
	דרגת מילוי: 2x2x2	קוטר: 1.5-0.4 חתך מרובע 2x2	רוחב: מעל 3 גובה: מעל 4	רוחב: מעל 7 גובה: מעל 3.5	רוחב: מעל 12 גובה: מעל 4.5	מומלץ
0	X	0	X	X	0	השימוש במעבר
פתרונות						
		?	?	?	?	צבי
	?	?	?	?	?	חזר
			?	?	?	יעל
				?	?	איילים
זנוקים בינויים (בעיקר טורפים)						
		?	?	?	?	זאב וצבוע
?						תנן ושוועל
?	?					גרית
?				?		לוטרה
?	?					סמור ודלק
?						נמייה
?	?	?		?		חתוליים
						דרבן
			?			ארבטת
		?				שפנסלע
זנוקים קטנים						
				?	?	קיפוד
				?	?	חולד
						מכרסמים וחדפים
זוחלים						
?	?	?				נחשים
?	?	?				לטאות
?	?	?		?	?	צבים
דו-חיים						
דגים						
חרסוי חוליות (קרקעאים)						
?	?					בת גידול יבשים
?	?					בת גידול לחים
מינים מעופפים						
עטלפים						
ציפוריים						
חרקים מעופפים						

לא מומלץ או לא רלוונטי



פתרון אופטימי ומומלץ



אפשרי, אם יותאם לתנאים המקומיים ולממדים לפי צורכי המין



השימוש במעבר : 0=יעודי לעלי חיים; X=שימוש מעורב. המעברים המודגשים ברקע צהוב מיועדים גם ליצור רצף בתו גידול וותר המעברים מיועדים לסתוך ממעבר בלבד

מדד הפתוחות (Openness index) שמש בשור האחרון לתיאור ולמדידה של אופי הגירוי שמציב מעבר זה או אחר, בעיקר תחתית, בפני בעל החיים המתקרב אליו. המחשבה הייתה שבאופן עקורי מעבר תחתית יכול להיות ארוך וצר מדי עד כדי כך שייתן תחושה של מנהרה, וכי בעל חיים מסוימים כגון איילים ימנעו מלהתmesh בו כיוון שהם מעדיפים מעבר שאפשר לאות דרכו בбиורו את קוו האופק.

במדד זה נעשה שימוש רב בתכנון המפורט של מעברים תחתיים, במחקר על ייעילות תפקודם, וכן בהמלצות על יחס רוחב לאורך במעברים עליים, אבל על אף הופופולריות שלו הוא לא נבדק אמפירית באופן ביקורתני. הצעות למדד הפתוחות מונימלים למוני איילים שונים נעו בין 1.5 ל-0.6. מהנדסים ובולוגים כאחד ציינו אל "מספר הקסם" וציפו לביצועים עליים בל' להתחשב די במרכיבים קריטיים אחרים (מבנהים וסביבתיים).

מאז הוחל להשתמש במדד הפתוחות הועל שאלות לגביו – האם זה מודד, יחס, מצב או תפיסה רעיונית בלבד. הקשר בין הפתוחות לבין ביצועי המעבר יכול להיות ספציפי למין ותלו-זמנן. יתרה מזו, מעברים תחתיים אינם תמיד ישרים; הם יכולים להיות מוקשטים או אליפטיים. בנוסף, שלושת הממדים באים לידי בקרה בקורסיה, ומחייב קשור קורלציה בין ערך המודד לבין אורכו המעביר. כיוון מוטל ספק בתקופתו של כל זה ומתחילה להסתמן כי התכונן לפי ערך מינימלי לסתירות אינו מומלץ או מתאים ברובית המקדים. לכן לא מומלץ כיו לסתור במדד זה (ראו למשל 2011 Clevenger & Huijser), אלא להשתמש בתכנון מבנה המ עבר בממדים (אורן, רוחב, גובה) ביצירוף גורמים מבנים (מפוצל או רצף) וסבירתיים (איכות בית הניגוד, מוני עדר).



איור 7.4: מינים רבים יכולים להיות מוני יעד למעברים לבני חיים המקיימים בין כתמי של בית גידולם. מינים רבים נוספים יכולים להשתמש במעבר, ובכללם חוליותנים קטנים וכן מיני חרקים שאינם מועפים ומוני חסרי חוליות אחרים. בתצלום: שירה של מאות ואף אף רבי-רגל נעים על הדופן ולצד נתיב דרינה לח מעבר חקלאי מתחת לביש. 6. (צילומים: תמר אחירון-פרומקין)



איור 7.3: התנגדות בין חזיר בר לכלי רכב עלולה להסתיים בתוצאות קטלניות: באזורי מסויימים אספект נתבי מעבר חלופיים למעבר החזירים במשולב עם מניעת האפשרות לנכיסתם לכביסי. יכולה לספק מענה לבעה. בתצלום: חזיר בר חוצה מעבר רצף באזרע רמת מנשה.
(צילומים: תמר אחירון-פרומקין)



איור 7.5: תכונן הצומח בכניסה למעבר הוא מרכיב חשוב בהקנית תחושת הביטחון לבני החיים המתקרבים למעבר: זאת במיוחד אם הצומח מספק גם מוחסה וב民意ת האפשר מעניק תחושה של המשכיות בית הגידול עד לפתח המעבר ולהטכו. (צילומים: SP: Minuartia)

למשל, מעבר עלי מעלה כביש מהיר שנבנה כדי לשמר נתיב تنועה לימי פרוסתניים יכול לקשר בתו גידול משני צדי התשתיות גם עבור אוכלוסיות של חסרי חוליות כמו חרקים או עבור חוליותנים קטנים כמו לטאות ומכרסמים. כמו כן, אף על פי שהזיהוי מוני היעד לפי מצב בסיס נתון הוא חיוני, חשוב לכלול בשיקולים גם אפשרות של שינויים בתפקודם בעלי החיים עם הזמן, אם בגלגול גורמים הקשורים לשינויים בדינמיקה של האוכלוסייה, לשינויים בשימושי הקרקע או לשינויים אקלים, אם בגלול התקנה או שדרוג מעברים באזורי סוככים או התבוסות תפקודם.

עקרונות לתכונן המפורט

בבחירות העיצוב בתכנון המפורט יש לשקל שלושה קריטריונים עיקריים:
(א) התפקיד האקולוגי, (ב) האסתטיקה, (ג) ההשלכות הטכניות ומחוון.

מלבד עיצוב המעבר עצמו, עיצוב סביבת המעבר הוא חלק חשוב והכרחי לתפקודו הייעיל, וההתאמות הנדרשות חרוגות לעתים מותחומי "הקו הכהול", ויכולות לכלול גם נתיבות או דילול עצים בשטחים המוגנים סטוטורית (איור 7.5).

לעתים יש צורך להרחיב את תחוםיו "הקו הכהול" בנקודות מסוימות לאור התוואי כדי לאפשר תכנון מיטבי של אמצעי כלשהו, כגון תכנון השיפורים או עיצוב נתיב הגישה למעבר. בכל תכנון מעבר, עילי או תחתית, יש להשתדל לשמרם במידת האפשר על רצף בכיסוי הקרקע: תרומותו של רצף כזה חשובה ביותר לשמרות עברו בעלי חיים קטנים וערים צמודי-מצע שאינן יכולות לחלוּפָ על פני התשתיות או להונשא אל מעבר לה באמצעות הרות.

7.1.5 צפיפות המעברים לבעלי חיים ומיקומם

צפיפות המעברים

צפיפות המעברים לבעלי חיים, הנדרשת כדי לקיים ביעילות את הקישוריות של בית הגידול, היא החלטה מוגנתה בתכנון אמצעי המיתון. ההחלטה על מספר אמצעי המיתון הנדרשים ועל אופיים תלויות במניין היעד ובפריסה המרחכנית של טיפוסי בתיה הגידול בשטח הנדון. במקרים מסוימים מקום מעבר אחד או שני מעברים במקטע כלשהו הוא פתרון מושך, בעוד שבמקרים אחרים מספר גודל של מעברים שסמכיהם קטנים יותר יתנו את התשובה ההולמת לבעה. סיבה נוספת לבניית מעברים אחדים היא פיזור הסיכון למקרה שהשימוש במעבר מסויים יהיה נמוך מהחצי.

התנוגנות של מניין היעד יכולה לשמש מונחה בהחלטה כמה מעברים נדרשים. "אזור הניקוז" של מעברים לבעלי חיים – השטח הכלול שמננו מגיעים ומתנקזים בעלי החיים למעבר מסוים – הוא מוגבל. לגבי מרבית חסרי החוליות "אזור הניקוז" למעבר הוא לכל היורט בטוח של 200-300 מטרים, אם אין מגבלות גישה ושאלמנטים מנוגדים בנוף שבסביבת המעבר. בבעלי חיים גדולים יותר, גם אם הם מינים בעלי נידות גבוהה, תחום הממחיה הפרטניים וחסמי הגומelan החברתיים בין הפרטנים מוגבלים בדרך כלל את הטוחות שמננו נוכחים בעלי חיים לגישה כדי להשתמש במעבר. כשמלחיטים על תדיות המעברים יש לשקל את כל האפשרויות הזמינים לבעלי חיים לחוץ את התשתיות (לרבות אלה שיתיכן כבר מותפקודות, למשל בעזרת מבנים קיימים).

אין שני נופים שהם זהים לחלוּטן – אופי הטופוגרפיה, בתיה הגידול הקיימים לאור התוואי, רמת הפעולות והפרעה האנושית ואף האקלים באזורי – כל אלה יכולים להשפיע על תנועת בעלי החיים ועל השטף האקולוגי. ריווח המעברים על מקטע כביש וצפיפותם היכולת תליים ב מידת השונות והגיוון בנוף, בטופוגרפיה, באוכלוסיות בעלי החיים באזורי. בנוחותם ובקראבתם של אטריות חשובות לבעלי חיים הנחציות על ידי הכביש ובדרישות הקישוריות של מניין יעד שונים. באופן כללי, באזורי טבעיים יותר – כמו שטחי חורש ויער ובתי גידול לחים, ובאזורים של חקלאות מוסדרת או אקסטנסיבית – צפיפות המעברים צריכה להיות יתירה מאשר באזורי שטח צפוף או של חקלאות אינטנסיבית. לפיאו עיקנון, בנופים שונים בהם רק מעט שטחים פתוחים טבעיים אשר מוקטעים כמעט לגמרי מכביש מומלץ לרוחם לפחות מעברים מאשר בנוף שעדיין אינו כה מקטע ונגוע ורכיוו גבורה יותר. עם זאת, מעברים לבעלי חיים יכולים להיות חיוניים כדי ליקים את החידירות הכלכלית של הנוף באזורי שבהם קיימים מחסומים מלאכותיים רבים בשל תשתיות תחבורה או שטחים בנויים. במקרים כאלה אפשר לשלב פתרונות שייחבו בין כל המסדרונות הפתוחים שנוטר.

צפיפות המעברים הנדרשת להשתתת מטרות סביבתיות אלה או אחרות לא נחקרה דיה, ונדרש מחקר נוספים בנושא. כמו כן, אין נסחה פשוטה לקביעת המורחקים בין מעברים, וכפי שהחכר לעיל, כל אטור שונה ממושנהו, ולכן התכנון יהיה לרוב ספציפי לנוף ולמנין היעד. בישראל חשוב לציין ולבחון גם את הצריכים הייחודיים לנופים מדבריים שונים.

טוח המרחקים שימושו בפרויקטים שונים או שימושו קווים מוגנים במדיניות שונות מובא בטבלה 7.3.

טבלה 7.3: צפיפות מינימלית של מעברים לקבוצות שונות של בעלי חיים

צפיפות מינימלית של מעברים לקבוצות שונות של בעלי חיים		טיפוס בית הגידול שמקוטע
מעברים המתאימים לחוליותנים קטנים	מעברים גדולים*	
1 מעבר / 500 מטרים**	1 מעבר / 1 ק"מ	בתי גידול מיוערים, בתיה גידול לחים וטיפוסים אחרים של בתיה גידול שחשובים לשמרה על קישוריות אקולוגיות
	1 מעבר / 3 ק"מ	בתי גידול אחרים שונים על ידי פעילות האדם, לרבות שטחים פתוחים חקלאיים

* תלוי בגודל כתמי בית הגידול באזורי
** במקרה של נתבי תנוצה מצומצמים ומוגדרים היטב של דו-חיים יש לעיתים צורך במרקם קטן מ-60 מטרים בין מעברים סמוכים (ראו סעיף 7.3.7)

(בסקירה של פרויקטים אחדים בצרפת אמריקה נמצא טוח של 6.0-1.5 ק"מ בין מעברים ליוניונים גדולים, וריווח ממוצע של מעבר אחד ל- 1.9 ק"מ. בין המעברים אלה מוקמו לעיתים עד מעברים לבעלי חיים קטנים יותר. צפיפות זו נראית קטנה מזו המומלצת בטבלה 7.3, אך יש לציין כי מני היעד בצרפת אמריקה הם לעיתים קרובות פרסנטנים גדולים המקיימים נדידה עונתית או טורפים בעלי תחומי מחיה גדולים, כי בתה הגידול בצרפת אמריקה מוקטעים פחות, וכי הכתמיות והגיוון שלהם על פני מקטע קצר קטנים לרוב מלה שבישראל).

מקום המעברים

את מיקום המעברים צריך לקבוע על סמך מידע אמין הן לגבי תנועת בעלי החיים והן לגבי פריסתם המרחבית של בית גידול חשובים. השלב הראשון בהגדרת מיקום המעברים הוא לוזא שמעברים יבנו בכל נקודות הקונפליקט (ראו פרק 5). אם תוצאה התהיליך תהיה צפיפות נמוכה מדי של מעברים – יש להזות מיקומים נוספים כדי ליצור את רמת החדרות הרצiosa של התשתיות באזור כולל או במקטע מסוים של התשתיות (איור 7.6).

כשנתבי התנועה של בעלי החיים מוכרים ומוגדרים היטב, יש למקם מעברים קרוב אליהם ככל האפשר. לעיתים קרובות הטופוגרפיה ובניה הנוף יכולים לסייע באיתור נתיבי תנועה או נדידה אפשריים (כגון תחתיות עמוקים, תוארי נחלים, משוכות חיים או גוש יער רציף). כשהמטרה העיקרית של מעבר היא לקשר טיפוסים מסוימים של בית גידול, התכוון צריך לוודא שתתקיים קשריות לבתי הגידול המתאים משנה צדי התשתיות המתווכנת. את המעברים יש למקם מותן ראייה מרוחבית כוללת המביאה בחשבון גם את קיומם של מוחסמים אחרים המ מצויים בנוף הסובב.

בעת התכוון של לוודא במידת האפשר שתובטח נגשנות אל המעבר גם בעתיד. מעברים לבעלי חיים הם מבנים קבועים המוטמעים בנוף ובהשתתפות, אולם שינוי סביבתי הוא בלתי נמנע וצפו להתרחש במהלך טוח החיות של המבנה. עם "תוחלת חיים" צפואה של כ-70-80 שנה, במקומם של המעברים ובתכנונם המפורט נדרש להתחשב בתחזיות לשינויים הדינמיים של בית הגידול על אוכלי-חייהם. רצוי לבחון תחזיות הנוגעות גם לשינוי האקלים הצפויים. אך אפשר, אם כן, לתווך בין האופי הדינמי של המבנים לבין הטבעיים לבין האופי הפיזי הסטטי של המבנים בכבישים? כמו מהעקרונות הבסיסיים שיש לשקלם:

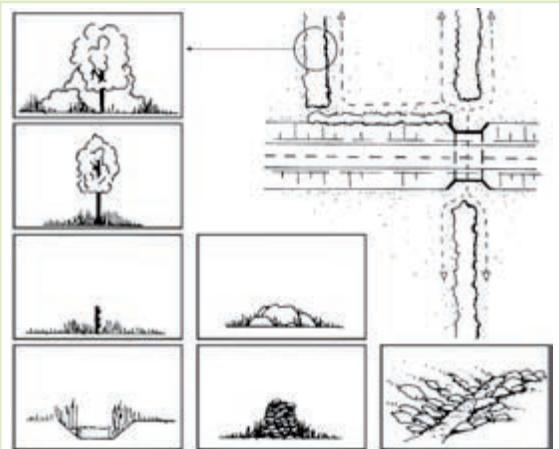


איור 7.6: תזרות נבואה של מעברים מונעת את בידודם של בתים הגידול: כביש מהיר בן 3 נתיבים בגרמניה החוצה אזור ליד אגם קוונסטנץ. המעברים כוללים מעברים רציף רחבים עילאים וכן מעברים צרים יותר שבהם מעברים חקלאיים ושבילי יער. (צילום: EU: V. Keller)

- מאפיינים טופוגרפיים:** יש למקם מעברים במקומות בהם מסדרונות התנועה למני היעד צמודים למאפיינים טופוגרפייםבולטים כמו קוו רכס או ערוצי נחלים. אפשר להתעלם ממקטעי כביש שבהם הטופוגרפיה או התכנית (שטח בניו) אינם מתאימים לתנועת בעלי חיים.

- מינים מרובים:** יש לתכנן מעברים כך שייתאימו לטוח של מינים ולטוח גדלים של תחומי מחיה של מינים שונים, ולוזא שגם הממשק של המעברים וסביבתם יעשה בהתאם. יש לספק טוח של טיפוסי מעברים וגדלים במרקוזים תקופים לצד מרכיבים שמנתבים ומוגברים את תנועת בעלי החיים, כגון מחסה מתחת ערמות ענפים. שלא כמו המבנים הפיזיים של המעברים, מרכיבים של מיקרו-בתים גידול אפשר להזיז ולשנות עם הזמן בהתאם לשינויים בתפוצת מינים, בהתאם לצורכיהם או על פי הניסיון שהופק מהפעלת אמצעי המיתון.

- ניהול השטח הסמוך:** אופן התפקיד של מעברים לבעלי חיים קשור קשור הדוק לשימושי השטח הסוככים למעבר ולאופן ניהול השטחים האלה. כדי להגיע למצב שבו כתמים של בית גידול מותאים הסוככים למעברים יכולים לסייע לתנועה של בעלי החיים לכיוון המעברים יש צורך בתיאום – הן לטוח הקצר והן לטוח הארוך – בין גופים ובינם החיבור הלאומי לדריכים, רכבת ישראל, רשות הטבע והגנים, משרד החקלאות, קק"ל וכן מועצות אזוריות



איור 7.7: ניתוח מתאים לפתח המעבר מגדיל את ההסתברות שבעל החיים אכן יוכל לסייע ומודד את השימוש בו: מבנים ליניאריים (מעשאה אדם) המספקים מחסה משפרים ניתוב זה. דוגמאות אחרות למבנים או ל��ויים מוגבלים הם מושכת שיחים, سورת עצים, גדר בקר, תעלת, ערמות אבניים או פלאג קלטן (EU)

בנוף להנחיה ולניתוב (לבעל חיים גדולים יותר). קווים מוגבלים יכולים לאפשר השפעה של מוחסומים המונעים מבעל חיים מלהגיע למעברים או מעצימים אותם בדרכם. כמשמעותית אחרים מצויים בשכונות, חשוב בiotר שצווות התכנון ינקטו גישה אינטגרטיבית לקיטוע; גישה שתבחן את המרחב כולו ולא כל פרויקט באופן פרטני.

7.1.6 התאמת של מבנים הנדסיים לשימוש של בעלי חיים

צמותים הנדסיים מתוכננים ונבנות כך שייפגשו בין שני סוגים של צורות: שתי צורות של תחבורה (כמו בהפרדה מפלסית בין שני כבישים או בין כביש למסילת ברזל החוצים זה את זה), צורת תחבורה הפוגשת צורות מים (כמו במעבר כימי המוליכים מים מתחת לביש), ולאחרונה – גם בין צורת תחבורה לבין תנועת בעלי חיים. לעיתים קרובות גשרים או מעברי מים אינם משמשים בעלי חיים לחיצית כביש או מסילת ברזל מכיוון שאנשים עונים על הצרכים הספציפיים של המינים. אבל אם מבאים בחשבון את צורכי בעלי החיים, אפשר לא את התאים מבנים אלה גם לשימוש במעברם לבעלי חיים. מעברים אלה, המשלבים זרימה של תחבורה ושל בעלי חיים או של בעלי חיים ומים, נקראים מעברים של שימוש משולב (joint-use passages).

הנחיות הקיימות לתכנון כבישים, מעברים עליים ותחתים ומעברו מים מתחזקות בעיקר בנושאים כמו ניקוז ובתיות התנועה. במקרים רבים אפשר לשלב התאמות שייעודו מעבר בעלי חיים מבנים אלה בili להתאפשר על ענייני בטיחות. תכנון המבנים יכול להיעשות במשותף על ידי אקלוגים ומהנדסים. לגשרים ארוכים (ויאדוקטים) ולמבנים גדולים אחרים נדרש לרוב רק התאמות מסוימות כדי שיהיו חולפה אמיתית למעברים בעלי חיים. במקרים שהוגדרו כחוובים ביוטר לקישוריות, מעברים עליים או תחתים המתוכננים לשימוש משולב יכולים לסייע להגברת חדירות התשתיות בעלות שליטה נמוכה יחסית אם אין חולפה אמיתית למעברים ייעודיים לבעלי חיים.

התחשבות בצורכי בעלי החיים ושילובם בזמן התכנון של פיתוח התשתיות מייצרים, כאמור, את הפתרונות הטובים והפחותים ביותר מבחינה עלות-תועלות, אולם התאמות אפשר לבצע גם במבנים קיימים (ראו סעיף 7.1.7). אפשר לישם עקרונות תכנון רבים הנוגעים למעברים ייעודיים לבעלי חיים גם במעברם מותאמים או במעברם של שימוש משולב. להלן שיקולים כלליים שיכולים לשפר את תכנון השימוש המשולב של בעלי חיים ושל בני אדם:

- יש להכיר היטב את הדרישות האקלוגיות והנדסיות ולzechות קונפליקטים אפשריים.
- יש לזכור שמדוברים גדולים יותר של המבנה י סייעו לשימוש המשולב.
- יש להפריד ככל האפשר בין שני סוגי הזרימה – בין פעילות האדם (כל רכב, הלכי רגל ורכביים) לבין תנועת בעלי חיים.
- יש לזכור שאספект מקומות מחסה לבעלי חיים יכולה לעמוד את מידת ההפרעה של בני האדם ולהגביר את השימוש בהם יעשו במעבר.
- מצוקם כמות התנועה של בני אדם באופן קבוע או בזמן מוסויים (למשל בלילה) יכול להגבר את השימוש במעבר על ידי בעלי חיים.

וגופים אחרים העוסקים בניהול ובממשק של שטחים פתוחים, זאת לצד מעורבות של מינהל התכנון.

- רשות מסדרונות גдолה יותר: מעברים לבעל חיים צריכים להתחבר לרשות תנואה אקלוגית אזורית גдолה יותר, ולהיות חלק אינטגרלי ממנה. יש לוודא שהמעברים אינם מובילים אל "מבי סתום" אקלוגי. קיומה של רשות מסדרונות התנוחה האלה ואיכותה אין באחריות רשות התחבורה אלא באחריותם של הגופים האחרים המנהלים שטחים פתוחים.

העקרונות הבסיסיים שצוינו יסייעו להנחות את צוותי התכנון בקביעה כמה מעברים נדרשים ואיך למקם כדי להפיק את התועלות המרבית מבחינת שמירת הטבע לטוווח הארון.

שילוב בנוף הסובב

יש לדאוג לחברו מיטבי בין המעברים לבעל חיים לבין סביבתם, זאת על ידי מסדרונות גישה המובילים לכיוון המעברים (לבעל חיים קטנים) או באמצעות קווים ובוננים

7.1.7 פתרון בעיות בתשתיות קיימות

ישראל נבנו אף ק"מ של כבישים ותשתיות אחרות לפני שעתה המודעת לביעות האפשרות מהם עלולים לגרום לבנייה החקלאית ולמערכות האקולוגיות. כוים גוברת המודעות לכך ועליה הצורך להתאים ולשפר תשתיות קיימות גם בהיבט של קשריות וקייטוע, בעיקר באתרים שבהם בעלי חיים נדרשים למטרות על ידי כלי רכב או באתרים שיש צורך לחדר בהם מסדרונות תנועה. במקרים כאלה נדרשים אמצעי מיתון שהשתתפות מצויות כבר בשימוש.

בתכנון אמצעי התאמה לתשתיות קיימת יש להיעזר בעקרונות הכלליים שתוארו במדריך ולא להתייחס רק לסייעות המקומית. הדבר נכון במיוחד במקרים של מניעת התנגשות בין בעלי חיים לבין כלי רכב, כגון שגדרות מגבירות את אפקט החץ ואין להתקין ללא שימוש באמצעים נלוויים (ראו גם סעיף 7.4.1). מרבית האמצעים המתוארים בפרק זה מתאימים לשימוש גם בתשתיות קיימות או שנitin לשדרוג בהתאם (ראו במיוחד סעיף 7.1.6).

את העקרונות לשדרוג תשתיות קיימות אפשר לסכם כלהלן:

- בנייה של מבנים הנדסיים חדשים (כמו מעברים) מעל כבישים קיימים או תחמת יכולת הניב את התוצאות הטובות ביותר למיתון השפעות הקיטוע, אך היא לחוב יתרה.
- התאמאה של מבנים הנדסיים קיימים שתוכננו לצרכים אחרים (מים, דרכי גישה) היא לעיתים קרובות פתרון לא אופטימלי אך לחוב עולתו נמוכה יותר. מספר רב של מבנים קיימים המותאמים לתפקיד כמעברים יכול, במקרים רבים, להניב תוצאות טובות יותר מאשר בנייה של מעבר ייחודי אחד באותה עלה.
- התאמאה של נוהלי תחזקה (למשל טיפול בצומח וסילוק מפגעים ופסולת) יכולה אף היא לשפר את המצב.

7.1.8 תחזקה וניטור של אמצעי המיתון

יש לבדוק ולהזדקק תקופתיות את כל האמצעים למיתון ההשפעות השליליות כדי לוודא שהם מותפקדים לאורך זמן. חשוב לכלול שיקולי תחזקה, ובهم עליות, בשלב מוקדם ככל האפשר – ככלומר כבר בזמן התכנון. על התכנון להגדיר את אופיים של נוהלי התחזקה הנדרשים, את תדריותם ואת הגוף שאחראי לכך. ברובוות המקרים תחזקה תבוצע על ידי צוותי תחזקה של הכבישים המועסקים על ידי קבלני משנה. באירועה נמצא כי מתן הרשות לארגוני שמירת הטבע ולחקלאים לתחזק אמצעי מיתון מסוימים הוא חלופה טובה.

תחזקה של אמצעי מיתון וניטור כורכים זה זהה. נוהלי ניטור מותכנים בעיקר לבדוק אם אמצעי מיתון מסוים ממלא את תפקידו, אך בה בעת באפשרותם לזהות חוסרים וצריכים של תחזקה. היבטי תחזקה של אמצעים שונים נדונים בהמשך הפרק וכן בפרק 8. מהלך הניטור דרוש שהמטרות שלහן נעשו אמצעי המיתון יונדרו במידיק. יש לתכנן את מערכיו הניטור במקביל לתכנון אמצעי המיתון עצמו. תכנון הניטור יידוע בהרחבה בפרק 9.



קייפוד חולות (גורה). (צילום: דותון רותם)

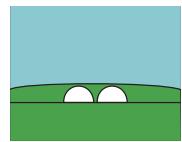
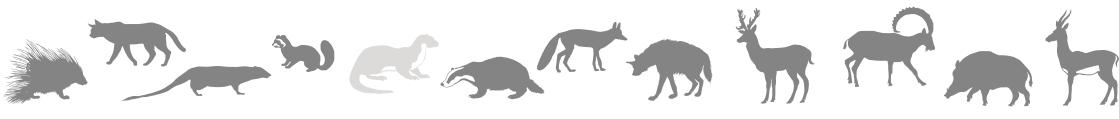
7.2 צמצום אפקט החיז: מעברים עליים

מעברים עליים כוללים את כל המעברים לבני חיים שחוצים תשתיות תחבורה מעל מפלס התנועה. במדרך זה בחרנו לכלול 4 טיפוסים של מעברים עליים המוחכנים זה מזה במאפייניהם ובמטרותיהם: מעבר רצף - המועד הן כדי ליצור רצף של בני גידול והן כדי לאפשר מעבר לבני חיים, ושלשה מעברים המיועדים בעיקר כדי לאפשר מעבר לבני חיים - מעבר עליי לבני חיים, מעבר עליי רב-שימושי ומעבר בין צמורות.

7



צבי הנגב. (צילום: דורון ניסים)



7.2.1 מעבר רצף



איור: P. Gaspar

תיאור כללי ומטרות

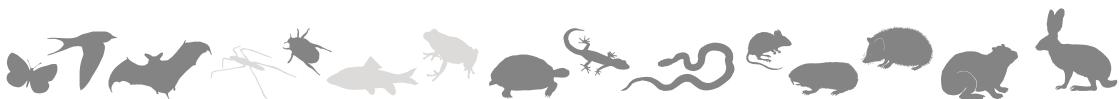
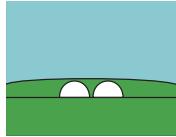
7

מעבר רצף הוא מעבר עילי המועד הן כדי לשמר וליציר קשריות בין בית גידול מרוחב והן כדי לענות על צורכי התנועה של טווח נרחב של בעלי חיים – מינים גדולים ועד חולייתנים קטנים ואף חסרי חוליות. תכנונו מאפשר אינטגרציה מיטבית של המעבר בסביבתו וכן רציפות של הקרקע, של הקיים הצמחי ושל בית גידול הממוקמים משני צדי הכביש.

מעבר רצף הוא טיפוס המבנה הייחודי הגדול ביותר לצורכי מעבר לבעלי חיים. מעבר זה נבנה לאורוב מעלה כביש מהיר בין נתיבים אחדים שצפיפות התנועה ומהירות הנסעה בו גביהות. לעיתים מאריכים מעבר כזה כך שייעברו גם מעלה מסילת רכבת סמוכה. אמצעי זה יקר אךiesel, לפחות באופן מקומי, למיתון השפעות הקיטוע של תשתיות תחבורה עבור כל הקבוצות של בעלי חיים בשתיהם. טכניקות אחדות לבניית מעבר רצף כבר יושמו, והן מפורטות להלן. רוחב המעבר, עיצובו, הרכב הצומח וכיסוי הצומח תלויים במידה רבה במניין היעד שאופיינו למעבר מסוים.

חשוב להבהיר כבר כאן את ההגדרות שאימצנו במדריך זה: באופן כללי, המונח "מעבר רצף" (=גשר אקולוגי/נופי; יש כמה וכמה מונחים לועדים המתארים מעבר כזה, למשל *landscape bridge, ecoduct, ecopass*) מתייחס לקישור ברמת המערכת האקולוגית או הנוף ומטרת לייצר רצף ממשי בין כתמים של בית הגידול ולאפשר לתווך הרחוב ביתר של בעלי חיים וצמחים לשוחות בו ולנוע על פניו. מעבר כזה יכול להוות גם כתם של בית גידול בפני עצמו.

המונח "מעבר עילי לבניי חיים" (המעבר המוצג בסעיף 7.2.2) מתייחס לקישור ברמת אוכלוסייה או מטה-אוכלוסייה. הגדרת תפוקודו מתחזקת פחותה בעניין הרצף של בית הגידול יותר מאשר מעבר בעלי חיים. אף כי יש רציפות בין רמות המערכת האקולוגית לרמת האוכלוסייה, המינוח השונה מסייע להבחין ביניהן. ההבדל העיקרי בין שני הטיפוסים של המעברים העליים הללו נגזר מהרחב המומלץ, כיוון שככל שמעבר עילי רחב יותר אפשר לתכננו כך שיוכל למלא תפקידים רבים יותר, להכיל יותר מיקרו-בתים גידול ולענות על צורכיהם של יותר מינים. אף על פי שההבחנה ברוחב ("קו החיתוך") בין שני טיפוסי המעברים המשמשת במדריך היא מלאכותית ושרירותית במידה מסוימת (ההבחנה בין שתי קטגוריות במשתנה רציף כמעט תמיד תהיה שרירותית), היא מבוססת על ניסיון שהצטבר בעולם ועל כן סטיות



איור 7.8: מעבר רצף: (א) מעבר רצף בקטע 18 של כביש חוצה ישראל בגבעת ניל. המנהרה אפשרה להוותיר את הגבעה על מוכובותה הטופוגרפית ועל הצומח שבה – אלוני תבור מופתחים בחלקה המרכזית והצפונית ושיטופים דרומיים עם צומח עשבוני ברובו – הממשיכים לתקן כבית גידול כלואצטום וכורכיב מקשר בונני. (צלמים: רון פרומקין); (ב) המעבר בגבעת ניל, מבט מלמעלה.

מעל או מתחת לרוחב המומלץ צריכות להיות מוצדקות. מעבר עליי רב-שימושי (מציג בסעיף 7.2.3) שונה בממדיו ובאופן השימוש בו ממ עבר רצף וממעבר עליי לבני חיים, וישמש על פי רוח טווח קטן יותר של בעלי חיים.

מיפוי יעד

מעבר רצף הוא האמצעי האופטימלי והמומלץ ביותר לשימושו קישוריות וליצורם קישוריות לטוויה הרחוב ביותר של מינים. המינים שעוברים הוא מיועד הם על פי רוב פרסתנים וטורפים גדולים. גם חסרי חוליות, זוחלים ודוחנאים הם מיני יעד אפשריים.

מינים אחרים שיכולים להשתמש במעבר: אם יש פוקן תנאי בית גידול המתאים לצורciים על המעבר עצמו, ניתן שיישתמשו במעבר גם יתר הינווקים (לרבבות יונקים בעלי יכולת תנועה מוגבלת, מינים שכוני עצים ומינים של בתים גידול לחים), זוחלים וחסרי חוליות וכן עופות ועתלפים. התאמות ספציפיות למינים ראו בהמשך.

השימוש במבנה

מעבר רצף מיעודים רק לשימוש בעלי חיים (ומינים צומח שנallowים לתנועתם, על גופם או בתוכו). מומלץ לאסור על שימוש של בני אדם במבנה, ובמידת האפשר לצמצם סיכון לו פעילויות הקשורות בבני אדם.

הנחיות כלליות ומיקום

מעבר רצף הם מבנים יקרים ולא רצוי לבנותם רק עבור מי יעד אחד או שניים. במרבית המקרים המטרה צריכה להיות חיבור בין בתים גידול ברמת המערכת האקולוגית. אם לא מדובר במנהרה חופורה, חיבור זהה בין בתים גידול לשזרע על המעבר עצמאי או תחתו או תחתו של הקרקע, מידת הלחות, הטמפרטורה וההתאורה. כך למשל, ליצירת תשתית, בהתחשב בצומח ובמאפייני סביבה כמו סוג הקרקע, מידת הלחות, הטמפרטורה וההתאורה. כך בין איזורי יער או חורש נדרשת על המעבר נוכחות של מרכיבים דומים מבית גידול זה. על המעבר להיות רחב דיו בחלקיו הצר ביותר כדי שיוכל לשמש מסדרון לבני חיים. לבני החיים הגדולים יותר רוחב המעבר ומיקומו חשובים יותר מואפם עיצובו ומואפי המצע והצומח.

חשיבות מיקומו של מעבר הרצף יקבע בהתאם לנוכחות מיני היעד ולהתנוגותם (ראו גם סעיף 7.1.5):

- כדי להבטיח את תפוקתו של מעבר הרצף ואת יעילותו, יש למקמו בשטחים שידועו שהם מסדרונות תנوعה של בעלי החיים ושהפרעת האדם בהם היא מזערית, ולהימנע מלמקמו באזוריים שפעילות האדם בהם גורמת להפרעה. כמו כן, יש לוודא כי שימושי הקרקע בסביבתו הקרובה של המעבר לא ורתיעו בעלי חיים או ימנעו מהם גישה למעבר. במיוחד יש למזער במרחב מידת האפשר נוכחות של גידור החוסם את אפשרות הגישה של בעלי חיים למעבר או מצמצם אותה.
- בבחירה מיקום המעבר יש להתייחס גם לאפשרויות ח齊ה אחרות הזמינות לבני החיים ולהתחשב באמצעות האחרים שננקטו במרחב למזרע הקיטוע (איור 7.9).
- מעבר רצף המיעוד ליוניוקים גדולים יש למקם לאורכו נתיבים שידועו שימושיים אותם. ניתן לקבוע את הנתייבים בעזרת סקר שדה (למשל מיפוי שבילים, עקבות, ספירותليلת בסיווע זרקרים, סקר דרישות או שאלונים ייעודיים שימלאו תפקידו המוקם).



ב

א

איור 7.9: מעבר רצף במנהרה חצובה ומעבר רצף בניו: מנהרה חצובה מואישת לשמר את ריצוף הקרקע ואת הצומח הטבעי הקיים. כאן – דוגמה עמוקה הארדים שליד ירושלים. (א) מבט מחדצד; (ב) מבט לכיוון הפורטול. לצד הגבעה עובר כביש נסוף, צדי. מצב זה אינו מומלץ, גם אם חלק מבעל' החים יכולם לחצות כביש זה. (צלום: רון פרומקין); (ג) מעבר רצף שנבנה בשיטת cut & cover בכביש 6 מדרום לנחל דליה. מצד הצפוני ממושך תוואי הכביש ב-3 גשרים ארוכים (ויאדוקטים) על פניו עמקי הנחלים דליה, שלף ומונשה. צירוף האמצעים הללו וnochות מעברים נוספים תחת תוואי הכביש מאפשרים חדירות מוגבלת של התוואי במקטע זה.



ג

- כשמייני היעד נסמכים על טיפוס בית גידול מסוים, יש לוודא כי הן מעבר הרצף והן בית הגידול משני צדי המעבר נמצאים בטוחה התנואה האפשרי של מינים אלה.
- רצוי להימנע מלמקם מעבר רצף במקטעי התשתיות שבhem יש הבדלי מפלס גדולים בין שני צדיה. מיקום מיטבי למעבר רצף הוא באזורי שתוחמים על ידי קרקע הגבואה ממפלס הכביש, כך שהן שיפועו הגישה למעבר והן המבנה עצמו נמצאים במפלס קרוב לזה של השטחים הסמוכים. באזרור הררי אפשר גם מקום מעבר בשיפורו המתמשך באופן רצוף משני צדי התשתיות.
- ממדים גדולים של המבנה מאפשרים שימושם של בתים גידול, במיוחד אם המבנה מותוכנן כך שנוצרת המשכיות של בית הגידול מצדו אחד ולאחר וגעשה שימוש נכוון בקרקע ובצומח.
- יש לצמצם ככל האפשר את הנזק הנגרם לסביבה במהלך עבודות ההקמה. כן חשוב לתכנן בקפידה את דרכי השירות ואת אזוריו והתארגנותם כדי למזער פגיעה בתוואי הגידול הסובבים, ולפקח על הביצוע בהתאם.
- יש לצמצם הפרעות הנגרמות מתאורה קבועה וכן מאורות ומורעש של כלי ורכב הנוסעים על הכביש. לשם כך יש ליצור חיז' או מיסוך בשולי המعبر (לאורכו, בשני צדי הפונים לכביש) על ידי שוללים מוגבלים בסוללות עפר, על ידי שימוש במחיצות אקוסטיות, על ידי נתיחה צפופה של שיחים כגדר חיה או על ידי צירוף של כל אלה.

7

מעבר רצף מהיבר ראייה תכנונית רחבה לטוח אורך

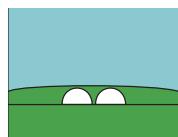
בישראל קיימים כבר מעברי רצף אחדים ומעבר עלי אחד לבערי חiem. עם זאת, טרם נמצאה דרך לעגן באופן מסודר, בתהיליך התכנוני או במסגרת הסכמיים, שמירה על השטחים הסמוכים למעבר מפני פיתוח נוסף ואף לא נמצאה דרך למדוע את ההפרעות בשטחים אלה על ידי ממשק מותאים. להלן דוגמאות אחותות לצורך בתיאום ובתכנון לטוח אורך של הנעה בשטחים הסמוכים למעבר:

תכניות פיתוח תלויות ועומדות לבני מצפה נפתחה, הגבעה הסמוכה למנהרה בכביש 6 בעמק הארדים שליד ירושלים (איור 7.9-ב') ופיתוח נוסף בשטחים סמוכים כרוך בהעברת קו הרכבת לירושלים (בגשר) בעמק ופיתוח פארק שחලקו יופעל כפארק אינטנסיבי במקום בית הגידול הקיים.

המנהרה בגבעת ניל ומעבר הרצף שמצוון לה בכביש 6 מתחפקדים בהצלחה לא מבוטלת, אולם לא נעשו הסכמיים או תיאומים מחיברים לגבי שימושי הקרקע הסמוכים, ואלה אינם עולמים תמיד בקנה אחד עם מטרות המעבור.

גם המעבור העליי לבouri חיים על כביש 70 גובל בשטחים שהפעילות החקלאית בהם מותנתה לעיתים עם מטרות המעבור. שני מעברי רצף נוספים המוחכנים בכביש 1 ובכביש 443 גובלים בשטחים המנוהלים על ידי קק"ל ורט"ג, עובדה שיכולה להקל על שמרתם לטוח האורך, על ממשק צומח בקשרת המעבור (למשל דילול) ועל האפשרות לשימושי הקרקע ופעילות האדם סיכון למעבר ועליו יימצא בברקה וויתאמו באופן טוב יותר למטרות שהמעבר נועד להן. גם במקרים אלה חשוב שמנהל השטחים יבשו תכנית למשק השטחים הסמוכים – ממשק דינמי שתואם את מטרות המעבור לטוח אורך. ממשק כזה ניתן ללמידה מהתוצאות ניטור או מעקב אחר לאחר ההקמה ולהתאים את אופן ההתערבות או את שימושי הקרקע כדי לשפר את תפקוד המעבור במידת האפשר, ומאפשר אף להניב לשינויים החלים במרקזת הזמן.

- יש לבדוק שפיטוח קיים או מותכנן בשטחים קרובים יימצא במרקם שלא יפריע לפקוד המעבר לטוחה הארץ. נדרש תכנון אורך טוחה כדי לוודא, באמצעות תכנון מרחבי או באופן אחר, שהשטחים הסוככים המתאימים למעבר בעלי חיים לא יפותחו ושרשת מסדרונות התנועה של בעלי חיים תוכל לפקוד. לשם כך אפשר להציג שטחים, לניהם או להגעה להסכנות על ניהול השטחים השכנים למעבר אופן רצוף ולזמן רב. רצוי שטחים אלה לא יהיו שטחים פרטימיים שאין ודאות לגבי אופן ניהול לטוחה ארורה.



ממדים מומלצים

רוחב המעבר: לפחות 70-80 מ'.

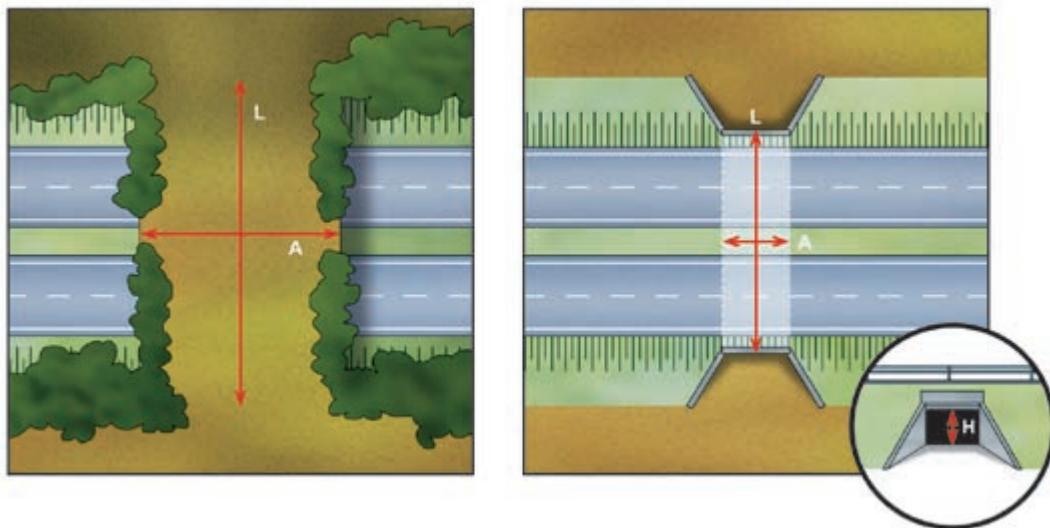
הרוחב המומלץ למעברי רצף הוא לפחות 100 מ'.

ນץין שוב כי רוחבו של מעבר עלי מובא כאן **מינקודת המבט'** של בעל החיים המשמש במעבר (ראו איור 7.10; מתקני כבישים קוראים לכך לרוחב אורך קטע הכביש שמכוסה על ידי המעבר).

רוחב זה מאפשר לשחרר מיקרו-בתים גידול שונים כדי ליצור קשריות ברמות בית הגידול. הרוחב המיטבי תלוי במוגון של בתים הגידול המkosרים ובחשיבותם לשיכורו. באזורי שחשיבותם גבוהה רוחב של מעבר רצף יכול להיות כהה מאות מטרים כדי לשמור את קשריות הנוף. כך למשל, מעבר רצף ייחודי בהולנד המגשר על פני כבישים ומסילת רכבת (ליד Hilversum) נבנה ברוחב 800 מ'.

גובה הגדר או סוללת העפר בשולי המבנה: לפחות 1 מ'. הגובה המומלץ – מעל 2 מ'.

עומק הקרקע: 1.5-2.0 מ' (עומק קרקע מינימלי המומלץ לנטיית צמוך עשבוני – 0.3 מ', לשיחים – 0.6 מ' לעצים – 1.5 מ').



איור 7.10 : ממדיהם המומלצים כפי שמוצגים במדריך זה: מעבר עלי (משמאלי) ומעבר תחתית (ימני). הממדים נבחנים מנקודת הראות של בעל החיים המשמש בהם: L=אורך המעבר, A=גובה המעבר, H=רוחב המעבר. לרוחב אורך המעבר קבוע מראש בשל ממדיו התשתיתית, אך את רוחב המעבר (ואת גובהו במקרה של מעבר תחתית) אפשר לשנות בהתאם לצורכי בעל החיים (איו: SP: P. Gaspar)

7

טיפוסי קונסטרוקציה

האמור בסעיף זה מתייחס הן למעבר רצף והן למעבר עלי לבבעלי חיים. הדוגמאות שיובאו להלן נבחנו כדי לחתם למהנדס הקונסטרוקציה רשיונות. אין הן מיועדות לספק את כל הפרטים הטכניים אלא להאריך מאפיינים המסייעים לוודא את יעילות המעבר.

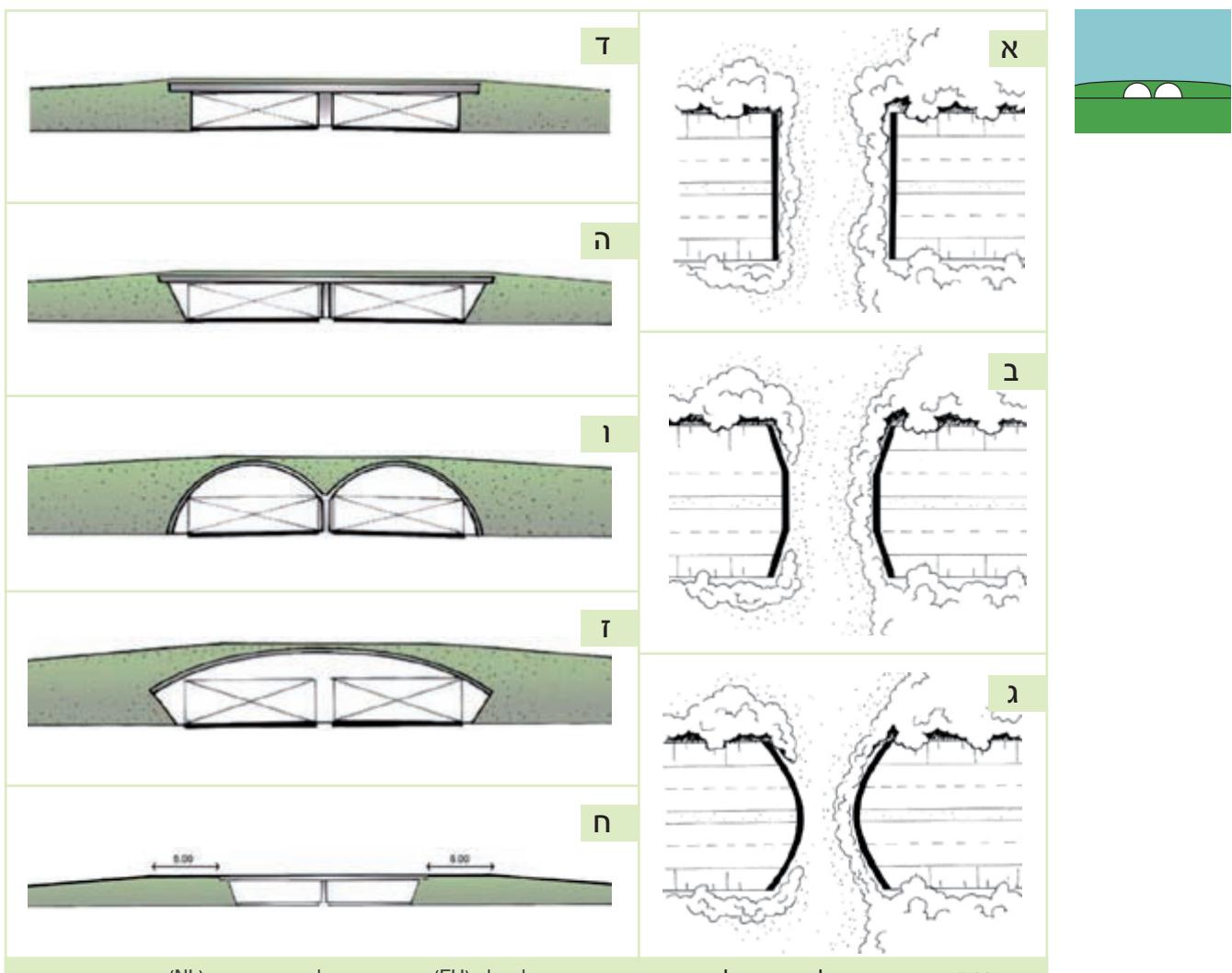
מעבר עלי אפשר לבנות בכמה אופנים. הבחירה תלויה בעיקר בטופוגרפיה, ביציבות השכבות השונות של הקרקע ושל המסלול, בעלות, באסתטיקה ובמוסכמות תכנון ועיצוב מקומיות, אך קיימים שלושה אופני בניית עיקריים:

- תוואי התשתיית עובר במנהרה חפורה
- תוואי התשתיית עובר במנהרה חפורה מסווג cut & cover
- המעבר נבנה כגשר מעל התשתיית

קונסטרוקציה אפשר להשתמש באחד משני טיפוסים אלה:

- גשר קורות תמכות מפלדה או מבטון (span)

- קשת – קשותות בטון מוכנות מראש (pre-fabricated cast-in-place) או קשותות מפלדה גלית (corrugated steel)



איור 7.11: עיצובים שונים למעברים עליים: בטוט מילמולה (EU), בטוט משיכאל – מבט מהצד (NL). מבט מלמעלה: מבנה ישר (א) או הקל בוחר לביצוע; צורה דמוית משפר (ב) או פרבולית/ בצורת שעון חול (ג) נבחרת לעיתים להפחחתת עלויות, שעלות עם העלייה בשטחו הכלול של המعبر היעיל. הבניה של צורה פרבולית קשה לביצוע וקרובה יותר מאשר צורה דמוית-משפר בעלת קווים ישרים.

מבט מחזך: (ד) קונסטרוקציה ישרה עם תמיכה באמצע; (ה) קונסטרוקציה ישרה עם תמיכה במרכז ושיפוע הצד; (ו) קונסטרוקציה של קשת אחת; (ז) שטח מישורי בכניסה למעבר לפני התחלת השיפוע. של קשת כפולה (prefab); (ט) קונסטרוקציה של קשת אחת; (ט) קונסטרוקציה של קשת אחת.



איור 7.12: דוגמה לתכנון מעברים עליים: הפרדה בין תפקודים המיעדים לבניי חיים ובניי אדם (המעבר הצר מימין) ויצירת שטח פתוח ומגן בפני גידול בכניסה למעבר רצף. (NL)

עקרונות הקונסטרוקציה הרלוונטיים לבניי חיים הם אלה:

- המיקום הנוח ביותר לבניית מעבר הוא המקום שבו הכביש בין שני הרים, כך שגובה מפלס הכניסה למעבר הוא בגובה מפלס הסביבה. הולכת התשתיתית לטור מפעור חיפויה טבעי או מלאכותי מאפשרת לבנות את המعبر העילי במפלס הנוף (ראו גם בפרק 6).
- כשהמפלס של המعبر העילי גבוה מזה של השטחים הסמוכים, חשוב שSHIPOU הכניסה (רמפת הגישה) לא יהיה תלול מדי וייה מקשר היבט לנוף הסובב. פירוט על כך רוא בהמשך (תכנון מפורט והתקאה – התאמת הכניסות וניטוב למעבר).

חשוב שצורת המعبر והחומרים שמהם הוא בנוי יאפשרו להשיג את המאפיינים החינוניים כמו כסוי הקרקע והצומח ואת הקישוריות לשטחים סמוכים.

- בניית מעבר עלי על כבישים קיימים השימוש בקשותות מוגן מקטין את זמן הבניה באתר.
- מומלץ לעצב את המعبر בצורת שעון חול (ראו איור 7.12ג). צורה זו מעלה את הסיכוי שבבני היחסים יארתו את הכניסה למעבר, אף כי עלויות הבניה גבוהות מאשר בuilding ב團. דוגמאות יעוצב נספות אפשר לראות באורים 7.13-7.11.

אף על פי שהעלויות הכרוכות בבניית מעברים עליים לבני חים מוחות לחוב רק חלק זעום מהועלות הכוללת של פרויקט פיתוח כביש או מסילת ברזל, אלה הם מהאמצעים הקיימים יותר לשמרת הטבע המושגים בתהליך התכנון. לפיקר יש לעודד פיתוח של פתרונות חלופיים שולותם נמוכה יותר. למשל, עד כה מעברים עליים הבנויים מעץ נבנו רק לעיתים רחוקות. באחד המעברים הבנויים מעץ בצרפת התעורר בעיות בשל עלויות תחזקה גבוהות, אך בשוויז' וחוננים מתווה למעבר עלי שלו קונסטרוקציה מודרנית מעץ. בארצות הברית התקיימה בשנת 2010 תחרות תכנון למעבר עלי שכלה העלתה פתרונות חדשניים בתכנון, בעיצוב ובשימוש בחומרים להוזלת עלויות הבניה. הצעות אלה טרם יושמו.

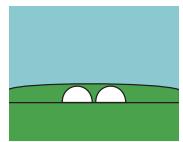


איור 13.12: מגוון עיצובים למעבר רצף בניים: שימוש באלמנטים מוכנים שהונחו על כביש מהיר קיימ – מעבר במהלך בנייה (א) ומעבר מתקף (ב) – אזור המהיר החוצה את קנדה; (ג) מבנה שעון חול למעבר צר וקצר הבנוי בשיפוע, בנוף הררי על כביש כפרי, שויץ; (ד) מעבר מעל כביש מהיר לצדכו כביש כפרי, מצפון לברן, שויץ. מעבר זה הוקף לשמר את הקשרויות גם לשטח הכלוא בין הכביש המהיר לבין מסילת רכבת העוברת במקביל אליו ולשתחים שמעבר למסילה; (ה) מעבר רצף שנבנה בשיפוע, עם מסלולים במפלסים שונים, שויץ (צילום: תמור אחירון-פרומקן); (ו) מבנה בטון ישן המוצב על עמודים, מצפון לארכנאם, הולנד. הכביש הונזר כדי לאפשר למעבר להיות במפלס אחד עם השטחים הסובבים. (צילום: V. Keller)

תכנון מפורט והתקמה

- מעבר הרצף צריך להיות סביבה הטרוגנית המשלבת שטח פתוח, שיחים ולעתים אף עצים. על העיצוב הנוגוי לחקות את בתיה הגידול הסמכים שהמעבר מיועד לקשר ביניהם.
- מנירה harusה בגבעה או בצלע הר מאפשרת לקיים בצורה הטובה ביותר את רציפות הנוף ובתי הגידול משני צדי התשתיות (איורים 7.8, 7.9 א'-ב'). יש להשתדל להפחית את הפגיעה של הפורטל בבית הגידול הטבעי.
- להלן פירוט נוסף לגבי היבטי התכנון המפורט הנוגעים לקרקע, לצומח, להתקמת הכנסיות וניתוב למעברים, למיסוק הפרעות וצמצום ולגידור.

קרקע



קרקע היא מרכיב הכרחי כדי לאפשר כיסוי צומח. יש להשתמש בקרקע מקומית ולהימנע מייבוא קרקע מחוץ לשטח הפרויקט. יש להקפיד על רציפות מרבית של קרקע מקומית סמור למעבר ועליו. אפשר להשתמש בשכבה העליונה של קרקע מקומית שהוסרה במהלך העבודות ונשמרה במיוחד, או בתרכובות קרקע מיוחדות.

הקרקע המשמש לשכבה העליונה צריכה להתאים לצומח שימושוניים בו. אפשר ליצור גם שילובי קרקעות בהתאם לפוריות הקרקע וליכולתה להכיל לחות. אם קיימות דרישות מיוחדות לצומח מסוים אפשר להעתיק צומח ולהעבירו יחד עם האדמה שבה הוא גידל.

עומק הקרקע הנדרש תלוי בית הגידול, ועל הקרקע להיות עמוקה דיה כך שתחזיק מים בכמות המספיקה לקיום הצומח שגדל בה. אם ההתחמה לבתי הגידול הסטטיסטיים מצריכה נתיעת עצים, עומק הקרקע צריך להיות כזה שיתמוך בעצים שוגbamם 3.5-2.5 מ' גם בתנאים שאיןם כוללים השקיה (העומקים המומליצים לכיסוי הקרקע הובאו לעיל בסעיף המגדים המומליצים). אפשר לגונן את עומק הקרקע לפי Tipos הצומח המועדף, כך שיוצג מגון של מיקרו-עומקים ובעלויות נזומות יותר.

אפשר להפחית את כובד כיסוי הקרקע שעל המעבר. למשל במקרה של *Manhattan cut & cover* אפשר להניח שכבה אמצעית חומר מיליו חלופי (סינטטי וקל), וכשכבה עליונה להניח אדמה מקומית.

יש ליצור שיפוע מותן לצורכי ניקוז. אפשר לגונן את הטופוגרפיה ואת הניקוז המקומיים על ידי יצירה של שקעים ותלולות של חומר המילוי וכך ליצור כך ברכות חורף.

בסביבה יובשנית אפשר ליצור שקעים מתחתית המבנה עליהם יתנקזו משקעים (מעין אגני ניקוז מקומיים שיגדילו את הייעודים לעצים ולשיחים). חשוב להקפיד על סוגיות הניקוז והאיטום כך שמים אלה לא יחללו תחתית הגשר ולמערכות חשמל ותאורה המצויות בו ובסביבתו.

צומח



תכנון הניטעות צריך ליצור בית גידול מגוון ודומה ככל האפשר לבתי גידול סטטיסטיים (איור 7.14) שיהווה מסדרון תنوועה מתאימים עבור מספר רב של מיני בעלי חיים: חשוב שהחלק המרכזי של המעבר ייוותר פתוח ולא מוצל, והצומח שבו יהיה עשויוני נכוון. בשלולים לאורך המ עבר יש לטעת בציפויות גדליה והולכת לכיוון הקצה שיחים ולעתים אף עצים, זאת כדי לספק מתחם ומקלט למיני בעלי חיים קטנים ובוגרים, ולסייע במימוש הפרועות.

אם רוחב המ עבר מאפשר זאת ובתי הגידול הסטטיסטיים כוללים גירגה, חורש או יער, אפשר לשלב במרכז המ עבר גם כתמי שיחים ועצים נזומים בציפויות שאינה עולה על סוגיות הניקוז והאיטום כך שמים אלה לא יחללו והנצפות הכלילית במידת הצורך למיני העד (ראו איור 7.14).

יש להשתמש במיני צומח מקומיים ומופיעים המצוים בבתי הגידול הסטטיסטיים למעבר משני כדי התשתיות – כללה שלטווות האורך יכולם להתקיים בלי השקיה, ומתאימים לסוג הקרקע שעל המ עבר. יתרון כי האתר ותנאי האקלים במקום יהיינו שימושם העמידים לתנאים יובשניים.

זריעת מיני דגניים וצומח שעשוני אינה הכרחית תמיד. נביטה ספונטנית יכולה להניב תוצאות טובות. חלופה לשימוש בתערובת זרעים יקרים של שכבות קרקע כזו מהאתר עצמו במהלך העבודות לסלילת הכביש, שמירתה בצד המקומית), או הסרה זהירה של שכבות קרקע כזו מהאתר עצמו במהלך העבודות לסלילת הכביש, שמירתה בצד בערמות ייחודיות, ושימושה לצורך השיקום הנופי.

מינים צומח שהם מקור מזון מועדף יכולים לשמש לשיכת מינים צמחוניים למעבר הרץ.

שורשי עצים יכולים ליצור בעיות תחזקה על מעבר הרץ. לאחר שכך, בחירות העצים המתאימים ומקוםם צריכה להתחשב בכך בשיקולים של תחזקה והן בשיקולים של בטיחות הנוסעים בכביש.

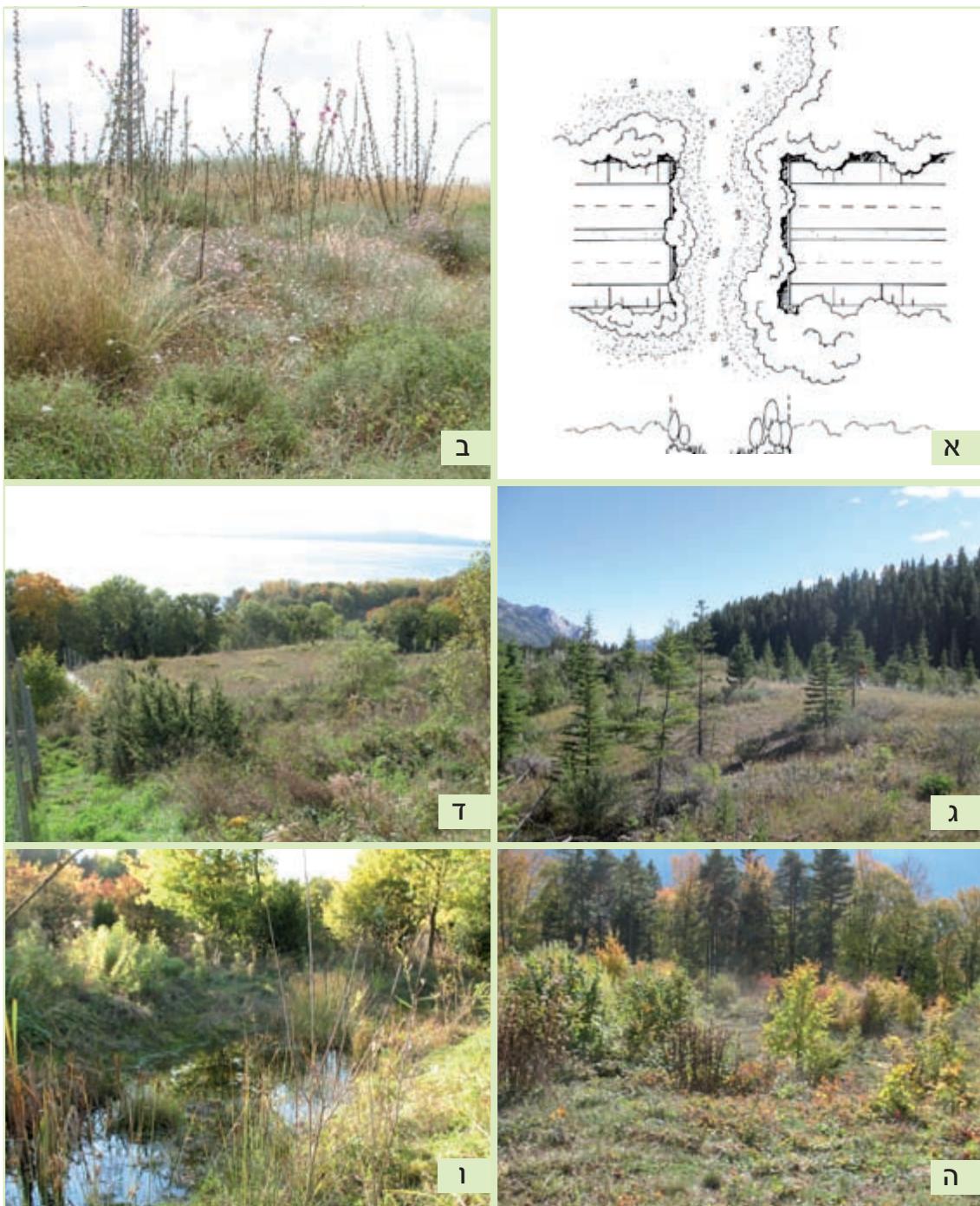
חשוב שהצומח על המ עבר יתמזגanza שבכניותו למעבר, לרבות הצומח בשיפורו הכניסה.

התאמת הכניסות וניתוב למעבר

כשמשל המ עבר גבוה מזה של השטחים הסטטיסטיים, חשוב ששיעור הכניסה (רמת הגישה) יהיה מקשור היטב לנוף סביב ולא יהיה תלול מדי. לשם כך ייתכן שישייה צורך להרחיב את תחום התכנון המוגדר ב"קו החול"; הדבר אפשר חופש תכנון מיטבי. השימוש מתפרק באזורי המוביל את בעל החיים למעבר, ולכן חשוב שיתאים לצורת המ עבר. עד כה יש מעט ידע על השיפור המרבי שמתאים לבני חים שונים.

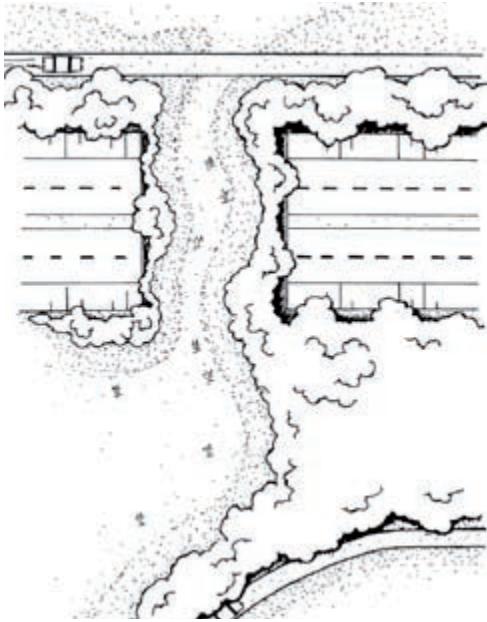
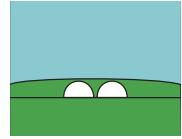
בנופים שטוחים ומישוריים שיפור הכניסה יכול להגיע עד 15%, ובנופים גבעיים או שניהם יכולים להגיע עד 25%, במיוחד אם המ עבר נבנה על מדרון ולא בתחום עמק. אם מtauורר ספק אפשר לחשב את השיפור הממוצע של המדרונות הסטטיסטיים למעבר המיעוד שבהם נפתחה פעולה פעילות של מוני היעד.

7



איור 7.14: תכנון הצומח על מעבר בניי: (א) למעבר מושני צדי מקוררים טיפוסי בית גידול המתאים לקבוצות שונות של מוני בעלי חיים (EU); (ב) שיקום הצומח על מעבר הרצף שמדרום לנחל דליה כל שילוב בין זרימת דגנים בחציו הדרומי, בהמשך לשדות חקלאיים שבhem מגדלים דגניים, לבין שתילת מגוון צמחים בחלקן הצפוני. בין הצמחים היו מיני שיחים, בני שיח ועצים אחדים המצוים בגרiglia הגובלת במעבר או באזרה. כן נשאה שימוש בקרקע מקומית ובה מאגר זרעים של צומח חד-שנתי; (ג) עצים נמוכים, ערמות ענפים וכתרמים פתוחים עם צומח עשבוני במעבר המקשר בין שני אזור יער, שוויז; (ד-ה) כתמיים פתוחים ומגוון עצים קטנים, שיחים וצומח עשבוני במעבריהם המחרבים אזורוי יער, שוויז; (ו) ברכת חורף טبيعית על מעבר, שוויז. (צלילמים: תמר אחרין-פרומקסן)

- אפשר ליצור שיפורו כניסה עם שינוי גובה לא רציפים (בקפיצות) או עם תעלות, בתנאי שלא יתפרסו על כל רוחב השיפור. עדיף להתחילה את השיפורו כ-5 מ' מוקצה המעבר (איור 7.11), מצב שבו בעלי החיים יכולים להגע לנקודה הגבוהה ביותר ולראות שיש אפשרות לח齐יה עד לפני תחילת המעבר. הקrkע בשיפורים אלה צריכה להתאים לצומח שימושיים למקום שם.
- האפשרות למתן את שיפור הכניסה באה לעתים על חשבון האפשרות להוותיר כיסוי צומח מקורי בסביבה הקרובה למעבר, וכן יש למצוא את האיזון המיטבי בכל מקרה ו McK. שיפור תלול יותר את מרב מבנה הצומח הטבעי המקורי בשטח, סמור למעבר עצמו. שיפור מותן מחייב מילוי עפר רב יותר, וזה מגדיל את השטח של רמתת הגישה



איור 7.15: מיקום כבישים הסמוכים למעבר העלי: כבישים המקבילים בדרך מהירה מונעים מבעלי חיים גישה למעבר הכביש בחלק העליון של האיור. יש למקם במרקם במרחך מה מהמעבר כך שייתור מסדרון גישה אליו, כמו בחלקו התיכון של האיור (EU).



איור 7.16: חסימת כניסה למעבר לפני רכב: בולדרים הוצבו בכניסה למעבר עלי בצרפת (צילום: H. Bekker (EU))

משוכה הנמתחת אל פנים המעבר יכול לשמש בה בעת לתפקידים אחדים כמו ניתוב, מותן מחסה ומייסור מסוקים של או רועש המוגעים מהכביש. מיני הצומח המשמשים לניתוב צריכים להתאים לאלה הנמצאים על המעבר, בסביבה הקרובה ובצד הדורך. בכניסה למעבר יש להשתמש במיני צומח המושכים את מיני היעד או מועדפים עליהם.

מייסור וצמצום הפרעות

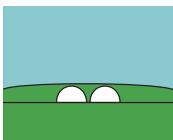
- מייסור מיועד לצמצם באמצעות מוחיצות או הפרדות אחריות הפרעות של תאווה או של רעש מהכביש הנגזרות לבני הרים המשמשים במעבר.

התקנת מייסור חשובה במקומות העיליים הקרים יותר ובאזורים שמקור התאווה היחיד בהם מגע מההתשתית שהמעבר חוצה יותר מאשר באזורי שיש בהם מקורות תאורה אחרים.

יש להתקין לאורך שני צדי המעבר הפונים לכביש תלולות או סוללות עפר, קירות מוצקים, מוחיצות אקוסטיות ומסכים אטומים אחרים, לטעת צומח בצליפות או לשבל את כל אלה כך שימנוו או יצמכו ככל האפשר חרדרה של רעש ושל תאווה (איור 7.17). על מרכבי המייסור להתmeshר מטה, עד לכינסה למעבר ולגידור שבולי הכביש. הגובה המינימלי של מוחיצות אלה צריך להיות כ-2 מ'. מייסור גבוה דיו יכול לחסוך את הצורך בגידור נוספת על המעבר. אם הכביש משופע יש לוודא שתאווה מנוקדות מרוחקות יותר במעלה הכביש אינה נראהיה על פני המעבר ואנייה הופכת מקור הפרעה קבוע בו.

וקובר תחתיה יותר מהחזקה המקומי המקורי, לרבות עצים. אפשר לשקלול הסרה של שכבת הקרקע העליונה הזו, המחזקת שיחים וצומח שעובוני, והעתקת העצים המקוריים כך שימוקמו שוב מעל שכבת המילוי, אולם פעולה כזו אינה מצליחה תמיד: קליטת הצומח אינה מובחנת, בין היתר כיון שתנאי הטופוגרפיה וה hidrologia יהיו שונים מ אלה של מקום גידולם המקורי.

- ש להימנע ככל האפשר מהתוויות כבישים מקומיים (ואף דרכיים חקלאיות או דרכי יער אחרות הנמצאות במקביל לתשתיות האמורה) לפניו הכניסה למעבר או סמוך אליו, כיון שלאלה עלולים להפריע לבעלי חיים מסוימים ואפילו למנוע מהם גישה וכינסה למעבר ושימוש בו (איור 7.15). יש להתחות דרכיהם אלה כך שלא יחסמו את הגישה למעבר לבני חיות קטנים, במיוחד לחסרי חוליות.
- בכניסה למעבר אפשר למקם סלעים גדולים כדי למנוע כניסה כלי רכב. שילוב בין בולדרים לבין נתicutות יכול לסייע לתחוות הביטחון של בעלי החיים עד שהצומח יגדל (איור 7.16).
- בכניסה למעבר חשוב למקם סלעים גדולים כדי לנתק לכניסה לחסוב את מיני היעד ועם מוגון מינים נוספים. לצורך ניטוב כזה אפשר להסתיע בתבליט (שולטים מוגבהים, תעלות), בצומח (עצים ומשוכות שיחים בשולי מרחב הגישה) וכן בגדרות ובמסכים לצמצום הפרעות. אפשר לשלב בין אמצעים למשיכת בעלי חיים ולניתובם למעבר, כמו שילוב בין ברכת מים לצד אחת הכניסות, לבני גידור ובמהשכו נוסף.
- גידור הוא האמצעי היעיל ביותר המשמש הן להחיהית בעלי החיים למעבר והן למניעת כניסה לתוך המבנה. סוללות או קירות עפר מיוצבים (MSE, Mechanically Stabilized Walls אם הם גבוהים דים, יכולים לשמש במקום גידור. ניטעת עצים ושיחים בשולי הכניסה למעבר תסייע ליתוב בעלי החיים לכניות למשך מעבר. צומח דמוי משוכה הנמתחת אל פנים המעבר יכול לשמש בה בעת לתפקידים אחדים כמו ניתוב, מותן מחסה ומייסור מסוקים של או רועש המוגעים מהכביש. מיני הצומח המשמשים לניתוב צריכים להתאים לאלה הנמצאים על המעבר, בסביבה הקרובה ובצד הדורך. בכניסה למעבר יש להשתמש במיני צומח המושכים את מיני היעד או מועדפים עליהם.



א



ב



ג

איור 7.17: שימוש באמצעים למניעת הפרעות: (א) פרט חתך המראה מסך הממוקם על סוללת עפר מוגבהה. בשוליים, בצדדים הפנימיים של המעבר, נתוועים עצים או שיחים גבוהים. (איור: P. Gaspar (SP); צילום: T. Clevenger (US); (ב) שילוב בין גידור המונח בعلي חיים לכיוון המעבר, מישון לצמצום ההפרעות מהכביש ומעבר צר להולכי רגל הממוקם מחוץ לגדר לכיוון הכביש. מעבר עליי בהונגריה. (צלום: תמר אחרון-פרומקן); (ג) סוללת עפר וגידור בשולי מעבר. (צלום: T. Clevenger (US)).

- רצוי למקם את המהיצות בחלק החיצוני של הקונסטרוקציה כדי להגדיל את הרוחב הקיים מעבר בעלי חיים לממדיו המקוריים.

- יש לחבר בקפידה את המהיצות לאמצעים כמו מחסומי רעש הממוקמים לאורכו הכביש.

- תלוליות עפר בחלק החיצוני של המעבר הנמתחות הלאה לאורכו הכביש הן מוחסמות טוב, ומתאימות במיוחד למעברי רץ ולמעברים רחבים (אייר 7.17ג').

- משוכות צפופות מותפקדות כמחסום באופן הטוב ביותר אם הן ממוקמות על תלוליות עפר נמוכות (אייר 7.17א'). צומח על התלוליות ובצדן הפנימי יכול לשמש גם לניטוב בעלי החיים למעבר וגם כמחסה.

- אם יש במעבר הרץ תנוצה של מטיילים ונופשים, חשוב למצוור את האפשרות להפרעה לבני החיים. אפשר להפריד שביל הליכה משאר שטח המעבר על ידי קיר, תעלת, מחיצה דקה או סבר שישים. יש לשימוש לבבטוח המשתמשים בשביל, ולצמצם אפשרות לגרפיטי או לונדליזם.

- לצמצום ההפרעה מומלץ לשקלן מצזום של תאורת הכביש באזור מעבר הרץ: הזוז נקודות תאורה, הנמכת העמודים או הקטנת עוצמת הנורוות (באיורפה יש מקומות שבהם אין כלל תאורה בכניסה למנהרות אלא רק בתוך המנהרות). אפשרות נוספת היא למקם בתקרה שבכニסה למנהרה תאורה המכונה מטה והחוצה.

גידור

- גדירות נדרשות כדי להנחות ולנתב בעלי חיים למעברים המתאימים להם ולמנוע את כניסהם הלא רצויה לתוך תשתיית ההתבורה. המלצות לתוכן המפורט מובאות בהרחבה בסעיף 7.4.1.

- חיוני לגדר את השוליים החיצוניים של מעבר עליי אם לא הוותקנו מחיצות.
- הגידור בשולי המעבר העליי צריך להתחבר באופן הרמוני ורצוף לגידור בשולי הכביש.

גינויים והתאמות נספים

- להגדלת האטרקטיביות של המעבר לבעלי חיים אפשר ליצור עליי או בקרבתו נקודות שתיה או לטעת בו מיני צמחים נאכלים, למשל שיחים עם פירות עונתיים שמתחאים לטיפוס בית הגידול.

- מחסה נוסף על מעבר הרץ יכול להיות חשוב לטוויה רחוב של מינונים ולהגדיל את הסיכוי למינונים נוספים ישתמשו בו. אפשר למקם במורחים מסוימים לאורכו המעבר ערמות של ענפים, של בולי עץ, של גזם, של אבני או של סלעים קטנים (כך שיהוו "אבני קפיצה", ראו פרק 3). אלה מיועדים לספק לבעלי חיים קטנים – יונקים קטנים, זוחלים, דו-חיים, חסרי חוליות – מחסה ומקלט. הם חשובים במיוחד עד להתבססות צומח גבוה די. בסביבה שכנת השרפנות בה הרבה יש לשקלן אם למקם ערמות ענפים.



איור 7.18: ברכות קטנות כ"אבני קפיצה": ברכות כאלה יכולות לשמש לתנועת דו-חיים במעבר עליי. (צלום: T. Clevenger (US)).

שנסנת השרפנות בה הרבה יש לשקלן אם למקם ערמות ענפים.

אפשר ליצור בתים גידול לחים המתאימים לדוחים באמצעות שימוש ב"אבני קפיצה" שבהן נשמרות לחות גבוהה יותר, ויש בהן מקום מוחסה לבבלי החים הקטנים. ניתן לעשות זאת על ידי יצירת כתמים של צומח עשבוני או שיחי או על ידי הוספה של משטחי עץ קתנים המונחים על אבני קר שהשיטה שתחלה מוצל. אפשרות נוספת לצרפת בית גידול לח היא יצירת סדרה של ברוכות קטנות מלאכותיות (איו 18.7). אפשר ליצור ברוכות כאלה עם מצע טבעי או עם מצע מלאכותי שאינו מחלחל או המחזק מים למשך זמן רב, או לעצב את פניה השטח קר שיופיע על פניו אגני ניקוז קטנים ולשלבם עם מצע לא מחלחל.

- אפשר למקם תולילות או סוללות עפר במרכז המעבר (בנוסף לאלה שבצדיו) כדי לאפשר לפרוסתנים שזוקקים לכך נקודות צפיפות טובות יותר על המרחב.

נקודות לשומת לב מיוחדת

- מעברים עליים מיודדים לשימוש/aroor sova. עבודות הנדרסיות, למשל, כתוכנות לתוכה של 50-100 שנה נוספת. כחlik



אייר 7.19: איטום וניקוז מאריכים את חי המבנה: ציפוי בסיס המעבר בחומר מבודד וניקוז גאות של שטח פניו, ספרד (צלילום: SP: C. Rosell, Minuartia)

מתכון המרחבי ברמה המקומית והאזורית חשוב לוודא לאויה מסגרת זמן שיישמר גם מסדרון מרחבי המאפשר גישה למעבר העלי. במיוחד אין לאפשר פיתוח (בנייה למגורים ולתעשייה, כבישים מקומיים) המכטצט את התפקיד של המעבר העלי. חשוב לבדוק כבר בשלב התכנון אם אפשר ליצור הסכמים בוועדות התכנון עצמן ובין גופים המנהלים שטחים פתוחים כדי לעגן את השמירה על מעבר הרכץ, על סביבתו ועל ממשק מותאים בה כך שיגבר הסיכוי לתפקיד נאות של המעבר לטוחה ארוך.

- בחלק מאותה התפיסה, יש לבש גם תכניות תחזוקה הולמת לטוויה ארון. יש שים לב דרישות בטיחות של הכביש, למשל לא לשלוט בעצום אשבולטים לפיקול עליון.

יש לדאוג לניכוי ולאיתום הולם של המבנה כך שמי הנזקים עליו לא יחללו לתחתיו ולמערכות חשמל ותאורה המצויות בו ובסביבתו, במיוחד באזוריים שאין בהם מדברים. לצורך ניקוז מומלץ ליצור שיפוע קל של 3%-2% ממורכב הציר האורכי של המעבר לכיוון הצדדים ולכיוון היציאות (מכננו החוצה). אפשר להגן על בסיס המבנה ולסייע לו להאריך ימים על ידי כיסויו בחומר מבודד המונח בין השלד לבין כיסוי האדמה (אויר 19.7).

פסי טשטוש שנוצעו לניטור עקבות של בעלי חיים מותרים מפער ברציפות הצומח על המעבר, ועלולים להיות מכשלים למינים מסוימים של חסרי חוליות, ומשום כך יש להקפיד להשאים לתקופת זמן מוגבלת, כל עוד הניטור מתרצע בפועל

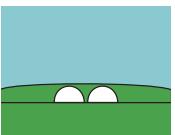
מעברי רצף לשימוש בלבד בעלי חיים מומלצים במיוחד אם מעוניינים לשקם תנועה יומית או עונתית של יוג'יכ גולדמן.

רצוי לסגור את המעבר לקהיל ולפעילות של בני אדם. אם הדבר אינו אפשרי או אינו רצוי, יש לתכנן בקפידה שימוש של הולכי רגל ושל כלי רכב במעבר עלי (עד על כר רואו סעיף 7.2.3).

אם צפואה נוכחות של הולכי רגל במעבר, מוטב לספק שביל צר שירכז את תנועתם מאשר לא לספק שביל תנועה כלל, דבר שעלול להוביל לכך שהם ישתמשו בכל רוחבו של המעבר. לעיתים עדיף לחבר מעבר רצף לשבילים נופש להולכי רגל. לפניו שעושים זאת יש לבחון מה רוחב המעבר הנדרש, כך שתתאפשר הפרדה פיזית בין פעילות האדם לחסום הולכי הרים, וכן לבדוק מהי האפשרות לחסום כניסה של הולכי רגל בתקופות מסוימות של השנה. צരיך לבצע תests אונליין על מנת לוודא כי השבילים יתאפשרו גם במקרה של גשם או מזג אוויר קשה.

במעבר רצף נעשה לעיתים שימוש לרעה על ידי רוכבי אופניים, אופנועים וטרקטורים. אפשר למנוע כニיסותם למעבר על ידי גידור עם מפתחים גדולים (שביעלי חיים יכולם לעبور דרכם), חסימה באמצעות סלים גדולים או חסימה חלקית באמצעות משוכות שיחים קוצניים כמו צבר או פטל, כל עוד אין מונעים כניסה חופשית של בעלי חיים. רצוי לגבות אמצעים אלה בשילוט הסקרה.

יש להקפיד על אכיפה איסור ציד על המעבר העליון ובסביבתו. אין ניסיון רב שמכמנו ניתן ללמידה על היקף השטח המדובר, אולם מರחיק של 2-0.5 ק"מ מההכנות למעבר עשוי להתאים, בהתאם בסיטואציה המקומית.



7

הנחיות ספציפיות למינים



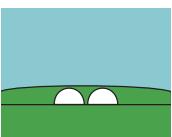
איור 7.20: מגוון בעלי חיים תועדו במעבר הרץ' מזרום לנחל דליה: לדגמה, צבי ירושלמי (למעלה), דרבן ושולע (באמצע), נמייה (למטה). תכיפות השימוש במעבר ומאפייני השימוש שונים בין המינים. (צילומים: תמר אחירון-פרומקין)

טוח רוחב של בעלי חיים משתמשים במעבר רצף (איור 7.20). להלן קבוצות מינים שיכולים להשתמש במעבר אם התנאים המקומיים יותאמו לצרכיהם:

- **דו-חיים:** אינם צפויים להשתמש במעבר רצף אלא אם כן המעבר ממוקם途 בנתיב נדידה מקומית שלהם או אם הוא נקלע בדרכם במהלך תקופה התפזרות הצעירים. אפשר ליצור בית גידול לח המותאם לדו-חיים בעזרת סדרת ברכות המהוות "אבני קפיצה" ומחברות בין בתים גידול לחים שהופרדו על ידי הכביש, בשילוב עם מקומות מסטור מותאים על פni המעבר (ראו גיונים והתקמות נספים לעיל).
- **יונקים שוכני עצים:** או יונקים המעדיפים בתים גידול של עצים או את קרבתם – לתנועתם על פni המעבר יכולים לסייע מבנים המספקים מקומות מחסה והגנה בזמן תנואה (כמו ערמות ענפים, תלוליות אבנים או ערמות גזם וסחופת עץ), ובתנאי שהיו קרוביים דיים זה להה בכניסות למעבר ועל פניו.
- **יונקים שוכני בתים גידול לחים:** (כגון לוטרה) יכולים להימנע משימוש במעבר רצף אם אין ממקום בבית הגידול המועדף עליהם או סמוך מאוד אליו. בניית בית גידול לח (כкоו ברכה בכניסה או סדרת ברכות כפי שתואר לעיל) יכולה לעודד מינים אלה להשתמש במעבר.
- **מינים מעופפים:** אפשר להתאים את טיפוסי הצומח על המעבר ואת מיקום הצומח כך שיונדי לו את אפשרות השימוש בו ואת הח齊יה דרכו גם על ידי מיני עופות ועתלפים. נמצא שימוש בעליים מהווים קווים מתבטים גם לתנואה של בעלי חיים מעופפים כמו ציפורים, עטלפים ופרפרים; הם מסייעים להפחית את שיעור התמותה של בעלי החיים המעופפים מהဏונשיות בכל רכב, וגם מגבירים את תנועת אוטם המינים המעופפים שאלאן לא כן היו נמנעים מלחצות שטח כביש פתוח. אלמנט קווי המכוון למעבר ו/או החוצה את המעבר מצד לצד יכול לשישי בהכוונות תעופתם של עטלפים ומיני ציפורים על פni המעבר. אלמנט קווי צהה יכול להיות למשל שדרות עצים המכוונות למעבר ומגיעה עד לכניסה אליו. על המעבר עצמו אפשר להמשיכה בשורה מרווחת של שיחים בגבהים (או בצירוף כמה עצים קטנים).

תחזקה ובדיקה

- המבנים של מעבר רצף דורשים באופן ייחסי תחזקה מועטה. קירות, גדרות ומתחיצות מצריים בדיקה ותחזקה סדירות כדי לודא את יציבותם. כן יש לדאוג לשמירה על מצב הצומח והשיטועם, אם ישנו.
- יש לקבוע במפורש כבר בשלב התכנון מי יהיה אחראי לתחזקה, ולהקפיד בשלב התפעול על שיתוף פעולה הדוק עם האנשים האחראים לתחזקת הכביש. זאת במיוחד אם התחזקה בפועל מועברת לידי אנשים או ארגונים שלא היו מעורבים בתפקיד התכנון (כמו חקלאים, יערנים, ארגוני שמירת טבע). במצבים רבים האחראים על ממשק בשטחים הפתוחים בסביבת המעבר יכולים להיות האחראים גם לתחזקת הצומח שעל המעבר.
- על האחראים לתחזקה להיות מודעים למטרת המעבר. יש להזכיר בעבורם הנחיות מפורטות, ולפתח יחד איתם נוהלי תחזקה.
- כבר בשלב הביצוע של מעבר הרץ' יש לתכנן את נוהלי התחזקה לשנתיים-שלוש השנים הראשונות שלآخر ההקמה, במיוחד את אלה הנוגעים להתקבשות הצומח. לאחר מכן אפשר לגבש נוהלי תחזקה מידי שנה, בהתאם לננתוני הניטור והבדיקה השוטפים.

- 
- בשנים הראשונות שלآخر ההקמה קרוב לוודאי שהיה צורך להשיקות את הצומח על פני המעבר. השקיה כזו מאפשרת לצומח להתבסס, להשריש ולהתפתח במהירות למצוותו התפקידי הרצוי על המעבר.
- יש לוודא שבתי גידול רצויים יישמרו או יטופחו באופן פעיל. לשם כך יש לבדוק אם הצומח במרכז המעבר אינו יוצר אזהר סבוך וחסום, ולסלק מני צמחים רודרליים ופולשים המופיעים בשטח.
- חשוב להעניק תשומת לב מיוחדת לשימושים לא הולמים במעבר הרץ' ובסביבתו, ככל שעלולים לפגוע בתפקודו של מעבר לבעלי חיים (כמו גידור או הפעלת מתקני נופש בשטחים פתוחים סמוכים).

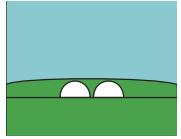
ניטור

בשל העליות הנגובה הרכוכות בהקמת מעבר רצף, חשוב במיוחד במקרה זה לבצע עוד לפני ההקמה ניטור מקדים באזור המתוכנן להקמה – לנטר בשיטות שונות פעילות של מיני היעד באזור המוצע למעבר ובסביבתו, ולשלב את המידע מהnitור במידע על שימושי הקרקע באזור.

לאחר ההקמה יש לנטר את תפקוד המעבר ולפועל במידת הצורך לבקרה ולשיפור המצב: יש לנטר את פעילות מיני היעד במעבר ובסביבתו ולתעד גם כל פעילות אנושית שעלולה להשפיע על השימוש של בעלי החיים במעבר. שילוב בין שני סוגי המידע יאפשר הבנה מורבית של תפקוד המבנה ושל האמצעים הנדרשים, במידה הצורך, לשיפור UILות תפקודו אך כבר בשלב התכנון חשוב להגדיר את מקורות התקצוב לכך. הניטור יכול לכלול שילוב של שיטות שיספקו מידע נרחב ומדויק הנדרש לצורך קבלת החלטות (למשל מעקב אחר עקבות וגללים, שימוש בפסי טשטוש ובמצלמות מיוחדות לבעלי חיים, ראו פרק 9).



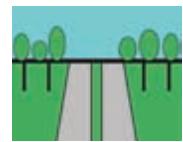
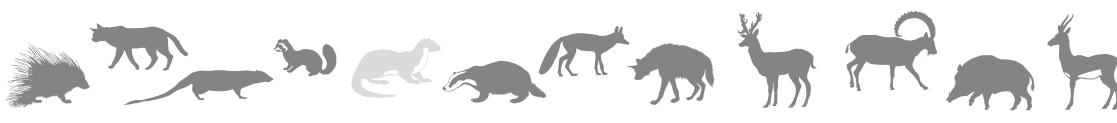
צב יבשה מצוי. (צילום: רון פרומקין)



7



יעל נובי. (צילום דותן רותם)



7.2.2 מעבר עילי לבני חיים



איור: P. Gaspar

תיאור כללי ומטרות

מעבר עלי לבני חיים (wildlife overpass), שני בגודלו למעבר הרץ', הוא לרוב המבנה הגדול ביותר על פני כבישים מהירים, והוא מותאם במיוחד כדי לאפשר לבני חיים ח齐יה של תוארי הכביש. לרוב מעבר זה מיועד בעיקר לפרשטים גדולים, אך תכנון מפורט והתקנות ספציפיות של הרוחב, של פרטיו העיצובי, של הרכבת הצומח ושל כיסויו יכולים להגדיל את טווח המינים המשתמשים במעבר. און לעשות במעבר שימוש אחר, יש למנוע הפרעות הנובעות מפעולות אדם.

7

מיini יעד

המינים שלהם מיועד המ עבר הם על פי רוב פרסתנים וטורפים גדולים. גם חסרי חוליות, זוחלים ודוחנאים הם מיini יעד אפשריים.

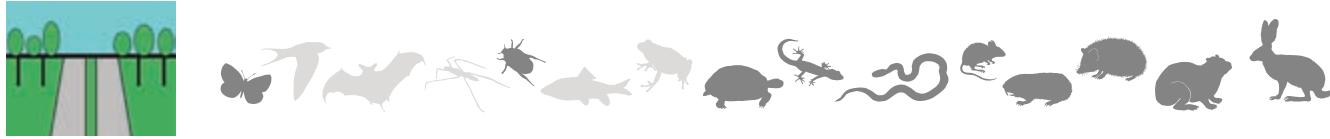
מינים אחרים שיכולים להשתמש במעבר: אם יסופקו תנאי בית גידול המתאימים לצורכיהם על המ עבר עצמו, יתכן שישתמשו במעבר גם יתר היונקים (לרובות יונקים בעלי יכולת תנועה מוגבלת), זוחלים וחסרי חוליות. מינים שוכני עצים ומינימ של בית גידול לחם יכולים להשתמש במבערים אלה אם יותאכו במיוחד לצורכיהם. אפשר להתאים את טיפולו הצומח על המ עבר ואת מיקומו כך שיגדלו את אפשרות השימוש בו והח齐יה דרכו על ידי מיני עופות ועתפלים. התקנות ספציפיות למינים ראו בהמשך.

השימוש במבנה

מעברים עליים אלה מיועדים רק לשימוש בני חיים (ומיini צומח שנלווים לתנועתם, על גופם או בתוכו). מומלץ לאסור על שימוש של בני אדם במבנה, ובמידת האפשר לצמצם סיכון לו פעילות הקשורות בבני אדם.

הנחיות כליליות ומיקום

- כלל, ההנחיות לתכנון המפורט של מעבר עלי לבני חיים זהות לאלה של מעבר רצף, אולם רוחב המ עבר העלי לבני חיים צר יותר ומכיוון שכך, היכולת לשקם בו בית גידול תהיה פחותה. מוסיבה זו יכולתו של המ עבר לחבר



איור 7.21: מעבר עילי לבני חיים מעל כביש 70: אפשר לשפר את הנגישות של בעלי החיים למעבר על ידי יצירת נסוף של השיפועים והצומח בהם שיסיעו למינים קטנים ונידחים פחות לחצות את נחל תות המקיף את הרכבת הצפונית למעבר.

(צילומים: רון פרומקין)

אפשר לשפר את הנגישות של בעלי החיים למעבר או מצמצם אותה. חמיניו הייעד נסמכים על טיפול בית גידול מסוים, יש לוודא כי הן המ עבר העילי והן בית הגידול נמצאים באותו התנואה האפשרי של מינים אלה וכי אין בנתיב התנואה האפשרי ביניהם והموעך על מנת הייעד מchosומים שיפריעו לתנואה זו.

בבחירה מיקום המעבר יש להתייחס גם לאפשרויות ח齊יה אחרות הזמינים לבני חיים ולהתחשב באמצעות האחרים שננקטו במרקחן למזער הקיטועו, ראו גם סעיף 7.2.1.

רצוי להימנע מלטכם מעבר עילי לבני חיים במקטעי התשתיות שבהם יש הבדלי מפלס גדולים בין שני צדיה. מיקום מיטבי למעבר הוא באזורי שתוחמים על ידי קרקע הגבוהה ממפלס הכביש, כך שהן שיפועו הגישה למעבר והן המבנה עצמו נמצאים במפלס קרוב זהה של השטחים הסמוכים. באזור הררי אפשר גם למקם מעבר בשיפוע המתמשך באופן רצוף משני צדי התשתיות.

יש לצמצם ככל האפשר את הנזק הנגרם לסביבה במהלך עבודות ההקמה. כן חשוב לתכנן בקפידה את דרכי השירות ואת אזורי ההתקנות כדי למזער פגיעה בבעלי הגידול הסובבים, ולפקח על הביצוע בהתאם.

כיוון שמעבר עילי לבני חיים לרובה צר ותר מעבר רצף וכיוון שתפקידו הראשי הוא כמסדרון ח齊יה ותונועה, חשוב להקפיד אף יותר על צמצום הפרעות הנגרמות מפעולות אדם, מהתורה ומרעש, במיוחד במקומות הנגימות מהתורה קבועה וכן מאורות ומרעש של כלי רכב הנוסעים על הכביש. לשם כך יש ליצור חץ או מיסוך בשולי המעבר (לאורכו, בשני צדיו הפונים לכביש) על ידי שלולים מוגבהים בסוללות עפר, על ידי שימוש במחיצות אקוסטיות, על ידי נתיחה צפופה של שיחים כגדר חיה או על ידי צירוף של כל אלה.

יש לבדוק שפיתוח קיים או מתוכנן בשטחים קרובים יימצא במרקחן שלא יפריע לתפקוד המעבר לטוויה הארוך. נדרש תכנון אורך טווח כדי לוודא, באמצעות תכנון מרחבוי או באופן אחר, שהשטחים הסמוכים המתאימים למעבר בעלי חיים לא יפותחו ושרשת מסדרונות התנואה של בעלי חיים תוכל לתפקד. לשם כך אפשר להשיג שטחים,

בין בת גידול ובין הצומח שבהם מוגבלת יותר, והוא מתפרק בעיקר כמרכיב המסייע בתנואה של פרטיהם ומינים מסוים צדי התשתיות (איור 7.21).

- באופן כללי, יונקים גדולים זוקקים למעברים עליים גדולים יותר מאשר חוליותנים קטנים. יחד עם זאת, חוליותנים קטנים וחסרי חוליות מסתמכים יותר מيونקים גדולים על אספקת מזינים ייחודיים של בית גידול שאפשר לספקם לרוב רק במערכות רחבים יחסית.

מקום מעבר עילי לבני חיים צריך להיקבע על פי נוכחות מיני היעד ועל פי התנאות (ראו גם סעיף 7.1.5):

- כדי להבטיח את תפקודו של המעבר ואת יעילותו יש למקומו בשטחים המתאימים בחדרות נופית גדולה, שידוע שהם מסדרונות תנואה של בעלי החיים ושהפרעת האדם בהם היא מזערית, ולהימנע מלטקו באזורי שפניות האדם בהם גורמת להפרעה.

- יש לוודא כי שימושי הקרקע בסביבתו הקרובה של המעבר לא ירתיעו בני חיים או ימנעו מהם גישה למעבר, ולוודא שאין מchosומים המפריעים למיני היעד להגעה אל המעבר מהשטחים הסמוכים. במיוחד יש למזער במרקחן במידת האפשר נוכחות של גידור החושים את אפשרות הגישה של בני חיים למעבר או מצמצם אותו. חמיניו הייעד נסמכים על טיפול בית גידול מסוים, יש לוודא כי הן המ עבר העילי והן בית הגידול נמצאים באותו התנואה האפשרי של מינים אלה וכי אין בנתיב התנואה האפשרי ביניהם והמועך על מנת הייעד מchosומים שיפריעו לתנואה זו.

- בבחירה מיקום המעבר יש להתייחס גם לאפשרויות ח齊יה אחרות הזמינים לבני חיים ולהתחשב באמצעות האחרים שננקטו במרקחן למזער הקיטועו, ראו גם סעיף 7.2.1.

- רצוי להימנע מלטכם מעבר עילי לבני חיים במקטעי התשתיות שבהם יש הבדלי מפלס גדולים בין שני צדיה. מיקום מיטבי למעבר הוא באזורי שתוחמים על ידי קרקע הגבוהה ממפלס הכביש, כך שהן שיפועו הגישה למעבר והן המבנה עצמו נמצאים במפלס קרוב זהה של השטחים הסמוכים. באזור הררי אפשר גם למקם מעבר בשיפוע המתמשך באופן רצוף משני צדי התשתיות.

- יש לצמצם ככל האפשר את הנזק הנגרם לסביבה במהלך עבודות ההקמה. כן חשוב לתכנן בקפידה את דרכי השירות ואת אזורי ההתקנות כדי למזער פגיעה בבעלי הגידול הסובבים, ולפקח על הביצוע בהתאם.

- כיוון שמעבר עילי לבני חיים לרובה צר ותר מעבר רצף וכיוון שתפקידו הראשי הוא כמסדרון ח齊יה ותונועה, חשוב להקפיד אף יותר על צמצום הפרעות הנגרמות מפעולות אדם, מהתורה ומרעש, במיוחד במקומות הנגימות מהתורה קבועה וכן מאורות ומרעש של כלי רכב הנוסעים על הכביש. לשם כך יש ליצור חץ או מיסוך בשולי המעבר (לאורכו, בשני צדיו הפונים לכביש) על ידי שלולים מוגבהים בסוללות עפר, על ידי שימוש במחיצות אקוסטיות, על ידי נתיחה צפופה של שיחים כגדר חיה או על ידי צירוף של כל אלה.

- יש לבדוק שפיתוח קיים או מתוכנן בשטחים קרובים יימצא במרקחן שלא יפריע לתפקוד המעבר לטוויה הארוך. נדרש תכנון אורך טווח כדי לוודא, באמצעות תכנון מרחבוי או באופן אחר, שהשטחים הסמוכים המתאימים למעבר בעלי חיים לא יפותחו ושרשת מסדרונות התנואה של בעלי חיים תוכל לתפקד. לשם כך אפשר להשיג שטחים,

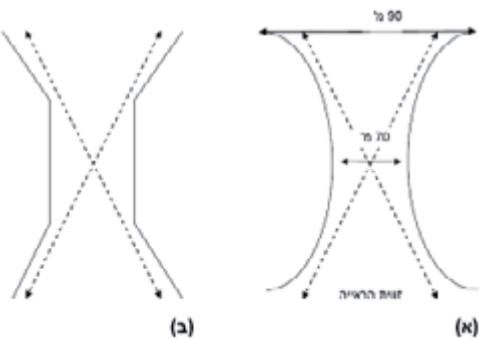
לנהלים או להגעה להסכנות על ניהול השטחים השכנים למעבר שמור באופן רצוף ולזמן רב. רצוי ששטחים אלה לא יהיו שטחים פרטיים שאין ודאות לגבי אופן ניהול לטוח ארכו.

ממדים מומלצים

רוחב המעבר: לפחות 40-50 מ' (בין הגדרות).

הרחוב המומלץ למעבר עלייל לבני חיות הוא 50-70 מ' בחלקו הצר של המעבר. על הכניסה להיות רחב יותר בכ-20 מ'. לדוגמה, אם מדובר במבנה פרבולית (דמוי משפט או שעון חול) שרוחבו 70 מ' – מומלץ שבכניסה למעבר רוחב הקפתח יהיה 90 מ' (איור 7.22).

הערות:



איור 7.22: זווית הראיה של בעל החיים חשובה במיוחד במעבר צרים: מומלץ שבכניסה למעבר רוחב הקפתח יהיה 90 מ'vr כך שבעל החיים העומדים בצד אחד של המעבר יכולים לראות שטח גדול יותר הנמצא בצד השני. דוגמה לתכנון מעבר עלייל: (א) עיצוב פרבולית; (ב) עיצוב פרבולית ישר שוקיים.

במקרים אחדים נמצא יעד ספציפיים נעשה ניסיון לצמצם את רוחב המעבר למינימום של 20 מ' (כמסדרון תנועה בלבד או כשלטופוגרפיה יש אפקט מתעל המוביל את בעלי החיים לשירותו למעבר). הניסיון עם יונקים הראה שפרטיהם הרגילים לתנאים המוקומיים עשויים להשתמש במעבר צר זה אליהם תדיות השימוש תהיה לרוב נוכחה מזו שבמעברים רחבים יותר. לא ידוע באיזו מידת פרטיהם לא מנוסים, למשל צעירים בשלב תפוצה (dispersal), מගבים למעבר צר כזה. במקרה אחדים נמצא שטח דמיוני משפט, שרוחבו בכניסה 40 מ' ורוחבו המינימלי נמוך מ-20 מ', היה בשימוש איל הכרמל באירופה, שהוא דוגמה למים שאין גיש ביותר. ככל, מומלץ להתייחס לרוחב המינימלי המצוין לעיל.

הרחוב החדש גדול ככל אורכו של המעבר. כך למשל, מעבר על פני כביש בן 6 נתיבים צריך להיות רחב יותר מאשר על פני כביש בן 3-2 נתיבים. אף שההפרוצזיות הרצויות בספציפיות למיניו הייעד, מומלץ כי היחס המינימלי בין ממד הרוחב לממד האורך יהיה גובה מ-0.8 כדי להעניק לבעל החיים המשתמש במעבר תחושת בטיחון. ככל שהמעבר צר יותר כן גברת החשיבות של מבנה פרבולית, שבו מבנה הכניסה מסייע לניטוב בעלי החיים למעבר.

גובה הגדר או סוללה העפר: מעל 2 מ'.

עומק הקרקע: 2.0-1.5 מ' (עומק קרקע מינימלי המומלץ לנטיית צומח עשבוני – 0.3 מ', לשיחים – 0.6 מ').

טיפוסי קונסטרוקציה

התכנון המפורט יהיה דומה לזה של מעבר רצף (פירוט נוסף ראו בסעיף 7.2.1).

קונסטרוקציה אפשר להשתמש באחד משני טיפוסים אלה:

גשר קורות תומכות מפלדה או מבטון (span).

קשת – קשותות בטון מוכנות מראש (pre-fabricated cast-in-place) או קשותות מפלדה גלית (corrugated steel) או קשותות בטון מוכנות מראש (cast-in-place) או קשותות מפלדה גלית (corrugated steel).

עיצוב הכניסה בצורת קשת פרבולית (דמוי שעון חול) יוצר הzdדנויות טובות יותר לבעלי החיים בסביבה לצורך את הכניסה למעבר. עם זאת הצלויות הרכוכות בעיצוב כזה גבירות יותר מהצלויות הרכוכות במבנה מרובע או במבנה פרבולית בעל קווים ישרים (ראו גם איור 7.11). דוגמאות נוספות לתכנון רואו באירור 7.23.

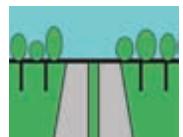
תכנון מפורט והתקמה

להלן פירוט נוספת לגבי הבטי התכנון המפורט הנוגעים לקרקע, לצומח, להתקמת הכניסות וניטוב למעברים, למיסוק הפרעות וצמצום ולגידו.

קרקע

קרקע היא מרכיב הכרחי כדי לאפשר כיסוי צומח. יש להשתמש בקרקע מקומית ולהימנע מייבוא קרקע מחווץ לשטח הפרויקט. יש להקפיד על רציפות מרבית של קרקע מקומית סמור למעבר ועלי. אפשר להשתמש בשכבה העליונה של קרקע מקומית שהוסרה במהלך העבודה ונשמרה במקומות, או בתרכובות קרקע מיוחדות.

הקרקע המשמש לשכבה העליונה צריכה להתאים לצומח שימושוניים בו. אפשר ליצור גם שילובי קרקעות בהתאם לפוריות הקרקע ויכולתה להכיל לחות. אם קיימות דרישות מיוחדות לצומח מסוים אפשר להשתמש לצומח ולהעבירו יחד עם האדמה שבה הוא גדל.



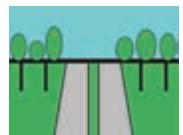


איור 7.23: דוגמאות לבניית מעבר עלי לבעלי חיים: (א) מעבר שנבנה על שני חלקים נפרדים של כביש מהיר, Kootwijk, הולנד. המعبر נבנה ב-1996, והוא המعبر הראשון לבנייה מעל כביש מהיר קיים. (צללים: EU; ב) מעבר שרוחבו 44 מ' המאפשר מעלה מסילת רכבת מהירה לבנייה משורה נדידה של אליל קורא. (צללים: EU; ג) אלמנטים מפלדה גלית (corrugated steel) שימושו בשוויז לבניית מעבר עלי לבעלי חיים שרוחבו 40 מ'. המعبر בנבנה מעלה כביש קיים ששורר וגוחב. טכניקה זו אפשרה תנועת כל רכב בתווך אחד במהלך כל שלבי הבנייה. (צללים: O. Holzgan; ד) המعبر המוצב (בג) לאחר שהסת无形ה בניתו. השיפוע המקורי מוקם תולול מאוד, אך כיוון שהמעבר ממוקם באזורי הררי במדרון של הר, אילים אצילים ובעלי חיים אחרים משתמשים בו לעיתים תכופות. (צללים: V. Hlaváč).

- עומק הקרקע הנדרש תלוי בטיבוס בית הגידול ולכן על הקרקע להיות עמוקה דיה כך שתחזיק מים בכמה המאפשרה לקיום הצומח שגדל בה (העומקים המומלצים לכיסוי הקרקע הובאו לעיל בסעיף המcmds המומלצים).
- אם הנט�性ה לבתי הגידול הספציאליים מצורכה נטיעת עצים, עומק הקרקע צריך להיות צזה שיתמוך בעצי שגובהם 3.5-2.5 מ' גם בתנאים שאינם כוללים השקיה. אפשר לגונן את עומק הקרקע לפי טיפוס הצומח המועדף, וכך שיוצג מגון של מיקרו-עומקים ובעלויות נמוכות יותר.
- אפשר להפחית את כובד כיסוי הקרקע שעל המعبر. למשל במרקחה של מנורת cut & covercut & cover אפשר להניח שכבה אמצעית חומר مليו חלופי (סינטטי וקל), וכשכבה עליונה להניח אדמה מקומית.
- יש ליצור שיפוע מתון לצורכי ניקוז. אפשר לגונן את הטופוגרפיה ואת הניקוז המקומיים על ידי יצירת שקעים ותולויות של חומר המילוי.
- בסביבה יובשנית אפשר ליצור שקעים בתחום המבנה שאלייהם יתנקזו המשקעים (מעין אגני ניקוז מקומיים שיגדלו את הייעם המים לעצים ולשיחום) ולהקפיד על סוגיות הניקוז והאיטום.

צומח

- חשיבותה של חילוק המרכז של המعبر יותר פתוח ולא מוצל, והצומח שבו יהיה עשויוני נמוך. בשולים לאורק המعبر יש לטעת בצפיפות גדולה והולכת לכיוון הקצה שיחים ולעתים אף עצים, זאת כדי לספק מוחסה ומקלט למיני בעלי חיים קטנים ובינוניים, ולסייע במיסוך הפרעושים.
- יש להשתמש במיני צומח מקומיים ומופיעים – בעיקר שיחים בגבהים שונים וצומח עשבוני, ואם יש צורך, אף במיני עצים – המצוים בבתי הגידול הספציאליים של המعبر משני צדי התשתיות, ככל ששלטוח האורק יכולם להתקיים בily השקייה, ומתאים לסוג הקרקע שעל המعبر. יתכן כי האתר ותנאי האקלים במקום ייחיבו שימוש במינים העמידים לתנאים יובשניים. הצורך בין מיני הצומח השונים יקבע על פי מידת התאמאה למיני היעד. ברבים מהמעברים העיליים לבעלי חיים עיקרי הצומח הוא שיחים בצפיפות שונות בשולים לאורק המعبر ובכינוסות אליו, ומטרתם העיקרית היא ליצור תחושה של מסדרון תנוצה מוגן (אם במהלך הזמן תהיה התבססות טובה של צומח מקומי ותיזכר המשכיות של בית הגידול משני צדיו אפשר לבחון אם יש מקום לשדרוג את מטרות המعبر לאורק רצף ולהרחיב עוד את תוחה המינים שהוא מיועד לשרת).



זריעת מיני דגניים וצומח עשבוני אינה הכרחית תמיד. נביטה ספונטנית יכולה להניב תוצאות טובות. חלופה לשימוש בתערובות זרעים יקרות היא העברה של מאגר זרעים מקומי מואזרים סמוכים (השכבה העליונה של הקרקע המקומית), או הסרה זהירה של שכבת קרקע זו מהאתר עצמו במילוי העבודה לסלילת הכביש, שמיירתה בצד בעրמות ייחודיות, ושימוש בה לצורך השיקום הנופי.

מיini צומח שהם מקור מזמן מועדף יכולם לשמש למישיכת מינים צמחוניים למעבר העילי, בעיקר שיחים בעלי פירות עסיסיים שיכולים למשוך גם מיini ציפורים.

שורשי עצים יכולים ליצור בעיות תחזקה על מעבר עלי. לאחר שכך, בחירת העצים המתאימים צריכה להתחשב הן בשיקולים של תחזקה והן בשיקולים של בטיחות הנוסעים בכביש.

חשוב שהצומח על המעבר יתמזג זהה שבכנוסות למעבר, לרבות הצומח בשיפוע הכניסה.

התאמת הכנוסות וניתוב למעבר

כשמפלס המ עבר גובה מזה של השטחים הסמוכים, חשוב שSHIPוע הכניסה (רמפת הגישה) יהיה מקושר היטב לנוף שבביב ולא יהיה תלול מדי. לשם כך ייתכן שהיה צורף להרחוב את תחום התכנון המוגדר ב"קו החול"; הדבר אפשר חופש תכנון מיטבי. השיפוע מתקף באזורי המוביל את בעל החיים למעבר, ולכן חשוב שיתאים לצוות המ עבר.

בנופים שטוחים ומישוריים שיפוע הכניסה יכול להגיע עד 15%, ובנופים גבעיים או הרריים אפשר ליצור גם SHIPועים תלולים יותר: אחד מכיווני הגישה או שנייהם יכולים להגיע עד 25%, במיוחד אם המ עבר נבנה על מדרון ולא בתחום עמק. אם מתעורר ספק אפשר לחשב את השיפוע הממוצע של המדרונות הסמוכים למעבר המיעוד שבהם נפתחה בפועל פעילות של מיini העיד.

אפשר ליצור SHIPוע כניסה עם שינוי גובה לא רציפים (בקפיצות) או עם עלות, בתנאי שלא לא יתרפסו על כל רוחב השיפוע. עדיף להתחיל את השיפוע כ-5 מ' מקצת המ עבר (אוור 11.7.6), מצב שבו בעלי החיים יכולים להגיע לנקודה הגבוהה ביותר ולראות שיש אפשרות לח齐יה עוד לפני תחילת המ עבר. הקרקע בשיפועים אלה צריכה להתאים לצומח שימושיים במקום שם.

האפשרות למתן את SHIPוע הכניסה באה לעתים על חשבון האפשרות להוtier CISIO צומח מקורי בסביבה הקרובה למעבר, ולכן יש למצוא את האיזון המיטבי בכל מקרה ומרקחה. SHIPוע תלול יותר את מרבית המבנה הצומח הטבעי המקורי בשטח, סמוך למעבר עצמו. SHIPוע מותן מחייב מילוי עפר רב יותר, וזה מגדיל את השטח של רמפת הגישה וקובר תחתיה יותר מהצומח המקורי, לרבות עצים. אפשר לשקלול הסורה של שכבת הקרקע העליונה ההז, המחזקת שיחים וצומח עשבוני, והעתקת העצים המקוריים כך שיימוקמו שוב מעל שכבת המילוי, אולם מלאה של מקום גידולם המקורי. החלטה על השיפוע המתאים ביותר קשורה למיני העיד שנבחרו, אך SHIPוע מותן יותר יסייע להגדיל את מספר המינים שיוכלו להשתמש במעבר.

יש להימנע ככל האפשר מהתווית כבישים מקומיים (ואף דרכי קלאליות או דרכי יער אחריות הנמתקות במקביל לתשתיות האמורה) לפני הכניסה למעבר או סמוך אליו, כיוון שלאה עלולים להפריע לבני חיים מסוימים ואפיו למונע מהם גישה וכינוסה למעבר ומשימוש בו (אוור 15.7.6). יש להתנות דרכם אלה כך שלא ויחסמו את הגישה למעבר לבני חיים קטנים, במיוחד לחסרי חוליות.

בכניסה למעבר אפשר למקם סלעים גדולים כדי למנוע כניסה כלי רכב. שילוב בין בולדרים לבני נתיעות יכול לסייע לתוחות הביטחון של בעלי החיים עד שהצומח יגדל.

חשוב להשתמש באמצעים שונים כדי לנתר לכניסה למעבר את מיini העיד ועם מגוון מינים נוספים. לצורך ניתוב זהה אפשר להסתיע בתבליט (שולים מוגבהים, עלות), בצומח (עצים ומשוכות שיחים בשולי מרחב הגישה) וכן בגדרות ובמסכים לצמצום הפרעות. אפשר לשלב בין אמצעים למישיכת בעלי חיים ולניטובם למעבר, כמו שילוב בין ברכת מים לצד אחת הכנוסות, לבני גידור ובמהשכו מיסוך.

גידור הוא האמצעי העיקרי ביוטר המשמש הן להנחיות בעלי חיים למעבר והן למניעת כניסה לתוך המ עבר. סוללות או קירות עפר מוצבים, אם הם גבוהים דים, יכולים לשמש במקום גידור.

נתיעת עצים ושיחים בשולי הכניסה למעבר תסייע לניטוב בעלי החיים לכינוסות למעבר. צומח דמי מוושכה הנמתקה אל פנים המ עבר יכול לשמש בה בעת לתפקידים אחדים כמו ניתוב, מותן כוחסה ומיסוך מסויים של אוור ורעש המגיעים מהכביש. מיini הצומח המשמשים לניטוב צריכים להתאים לאלה הנמצאים על המ עבר, בסביבה הקרה ובצד הדרך. בכניסה למעבר יש להשתמש במיני צומח המושכים את מיini העיד או מועדפים עליהם.

7

•

•

•

•

•

•

•

•

•

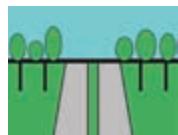
•

•

•

•

מיסוך וצמצום הפרעות



- מיסוך מיועד לצמצם באמצעות מוחיצות או הפרדות אחריות הפרעות של תauraה או של רעש מהכיבש הנגרמות לבני הרים המשמשים במעבר.
- התקנת מיסוך חשובה במקומות הגבוהים יותר ובאזורים שמקור התauraה היחיד בהם מגע מההתשתית שהמעבר חוצה יותר מאשר באזורי שיש בהם מקורות תauraה סטטיסטיים אחרים. במקומות גבוהים במיוחד יש להימנע מוחיצות גבהות כיוון שהן עלולות להשפיע לבני הרים תחושה של מוגהרה. במקרים כאלה יש להשתמש במוחיצות נמוכות יותר או להטוט את המוחיצה כלפי חז'.
- יש להתקין לאורך שני צדי המעבר הפונים לכביש תלולות או סוללות עפר, קירות מוצקים, מוחיצות אקוסטיות ומסכים אוטומיים אחרים, לטעת צומח בצליפות או לשבל את כל אלה כך שיימנוו או יצמצמו ככל האפשר חדרה של רעש ושל תauraה (איורים 7.24, 7.24). על מרכיבי המיסוך להתmeshר מטה, עד לכינסה למעבר ולגדר שבסולי הכביש. הגובה המינימלי של מוחיצות אלה צריך להיות כ-2 מ'. מיסוך גבוה דיו יכול לחסור את הצורך בגדר נוסף על מעבר. אם הכביש משופע יש לוודא שתauraה מנוקדות מרוחקות יותר במעלה הכביש אינה נראהית על פני המעבר ואנייה הופכת מקור הפרעה קבוע בו.
- רצוי למקם את המוחיצות בחלק החיצוני של הקונסטרוקציה כדי להגדיל את הרוחב הזמין למעבר בעלי חיים למדדי המורביים.
- יש לחבר בקפידה את המוחיצות לאמצעים כמו מחסומי רעש הממוקמים לאורך הכביש.
- תלולות עפר בחלק החיצוני של המעבר הנמתחתות הלאה לאורך הכביש הן מחסום טוב, ומתאימות במיוחד למעברים הרחבים יותר.
- משוכות צפיפות מתקדמות כמחסום באופן הטוב ביותר אם הן ממוקמות על תלולות עפר נמוכות (אייר 7.17).
- צומח על התלולות ובצד הפנימי יכול לשמש גם לניטוב בעלי חיים למעבר וגם מוחסה.

7



אייר 7.24: אמצעים למיסוך ולצמצום הפרעות: (א) גדר ומיסוך מעץ מונתבות את בני הרים לאורך שולי הכביש ולתוך מעבר עילי לבני הרים בהונגריה. מעבר זה מפלס הכביש לא הונזר אלא המעבר הוגבה מעל לכביש ולמפלס השטחים שמסביב. (צילום: EU: P. Farkas); (ב) שימוש בצרוף של מוחיצת עץ ומשוכת שיחים בשולי למיסוך תauraה ורעש מהכביש במעבר עליי לבני הרים בהונגריה. מעבר זה מיועד למעבר איילים, רוחבו 20 מ'. (צילום: רון פרומקין); (ג) דוגמה למיסוך שאינו ממלא את תפקידו ואניון מצמצם הפרעות רעש ותauraה בשל הרוחחים בין קורות העץ. (צילום: C. Rosell, Minuartia)



איור 7.25: הפרדה בין שביל להולכי רגל לבין המעבר עצמו: מעבר צר להולכי רגל תחום עמוק וממוקם לצד הפונה לכביש, מחוץ למחייה ולגדרו בשולי מעבר עלי לבני חיים בהונגריה. (צילומים: תמר אחירון-פרומקין)

- אם יש במעבר העלי תנוצה של מטילים ונוספים, חשוב למזער את האפשרות להפרעה לבני החיים. אפשר להפריד שבילי הליכה משאר שטח המעבר על ידי קיר, תעלת, מיחיצה דקה או סבר שיחים (איור 7.25). הפרדה זו חשובה יותר ככל שהמעבר צר יותר. יש לשים לב לביטחון המשמשים בשביל, ולצמצם אפשרות לגרפייט או לונדלזם.
- לצמצום ההפרעה מומלץ לשקל צמצום של תאורת הכביש באזור המעבר העלי: הזזה נקודות תאורה, הנמכת העמודים או הקטנת עצמות הנורות. אפשרות נוספת היא למקם בתקרה שבכנסה למנורה תאורה המוכנות מטה וחוץ.

גדר

גדירות נדרשות כדי להנחות ולנתב בעלי חיים למעברים המתאימים להם ולמנוע את כניסה לתחומי תשתיות התחבורה. המלצות לתוכנן המפורט מובאות בהרחבה בסעיף 7.4.1.

- חווני לגדר את השולים החיצוניים של מעבר עלי אם לא הותקנו מוחיצות.
- הגדר בשולי המעבר העלי צריך להתאחד באופן הרמוני ורצוף לגדר בשולי הכביש.

7



איור 7.26: תלולית עפר מוארכת המשמשת כנקודות צפיפות לפורסטנימ: מוקמה במרקם מהשולים במעבר עלי בקנדה. (צלום: תמר אחירון-פרומקין)

גינונים והתקומות נספים

- להגדלת האטרקטיביות של המעבר לבני חיים אפשר ליצרו עלי או בקרבתו נקודות שתייה או לטעת בו מיני צמחים נאכלים, למשל שיחים עם פירות עונתיים שמתאימים לטיפוס בית הגידול.
- מחסה נוסף על המעבר העלי יכול להיות חשוב לטוווח רחב של מינים ולהגדיל את הסיכוי למינים נוספים ישתמשו בו. אפשר למקם במרוחים מסוימים לאורך המעבר ערכמות של ענפים, בולי עץ, גזם, אבני, סלעים קטנים או בולדרים (כך שיהו "בני קפיצה", ראו פרק 3). אלה מייעדים לספק לבני חיים קטנים – יונקים קטנים, זוחלים, דו-חיים, חסרי חוליות – מחסה ומקלט. הם חשובים במיוחד עד להtabססות צומח גבואה דיו. הבחירה באחד מבין האמצעים הללו

ובמיקומו תליה גם ברוחב המעבר. בסביבה שסכת השרפota בה הרבה אם לשקל אם למקם ערכות אבניים במקום ערכות ענפים.

אפשר ליצור בתו גידול לחים המתאימים לדוחים באמצעות שימוש ב"אבני קפיצה" שהן נשמרות לחות גבוהה יותר, ויש בהן מקום מוחסה לבעל החימם הקטנים. ניתן לעשות זאת על ידי יצירה כתמיים של צומח שעשוני או שחי או על ידי הוספה של משטחי עץ קטנים המונחים על אבני קר שהשתה שתחתם מוצל. אפשרות נוספת לצירוף בית גידול לח היא יצירת סדרה של ברוכות קטנות מלאכותיות (איור 7.18). אפשר ליצור ברוכות אלה עם מצח טבעי או עם מצח מלאכותי שאיןו מחלחל או המחזיק מים במשך זמן רב, או לעצב את פניה השטח קר שיוציאו על פניו אגני ניקוז קטנים ולשלבם עם מצח לא מחלחל.

אפשר למקם תלולות או סוללות עפר במרכז המעבר (בנוסך לאלה שבצדיו) כדי לאפשר לפרסתנים שזוקקים לכך נקודות תצפית טובות יותר על המרחב (איור 7.26).

אמצעי זה מתאים פחות למעברים קטנים מאוד.

נקודות לתשומת לב מיוחדת

מעברים עליים מיועדים לשימוש ארוך טווח. עבודות הנדסיות, למשל, מותכוונות לטוויה של 50-100 שנה ויותר. חלק מהתוכנון המורחבי ברמה המקומית והאזורית חשוב לוודא שיישמר מסדרון מרחבי המאפשר גישה למעבר העילי לאלה מסגרת זמן. במיוחד אין לאפשר פיתוח (בינוי למוגרים ולתעשייה, כבישים מקומיים) המכמצם את התקופד של המעבר העילי. חשוב לבדוק כבר בשלב התכנון אם אפשר ליצור הסכמים בוועדות התכנון עצמן ובין גופים המנהלים שטחים פתוחים כדי לעגן את השמירה על המעבר, על סביבתו ועל משק מתאים בה כך שיגבר הסיכוי לתפקוד נאות של המעבר לטוויה ארוכה.

חלק מאותה התפיסה, יש לנגב גם תוכנית תחזקה הולמת לטוויה ארוכה.

יש לשים לב לדרישות בטיחות של הכביש, למשל לא לשתול עצים שיכולים ליפול עליו.

יש לדאוג לניקוז ולאיטום הולם של המבנה כך שמים הנקיים עליו לא יחוללו לתחתיו ולמערכות חשמל ותאורה המצוויות בו ובסביבתו, במיוחד באזוריains מדבריים. לצורך ניקוז מומלץ ליצור שיפוע קל של 3%-2% ממרכז היצור האורכי של המעבר לכיוון הצדדים ולכיוון היציאות (מכונו החוצה). אפשר להגן על בסיס המבנה ולסייע לו להאריך ימים על ידי CISIO בחומר מבודד המונח בין השלים לבן CISIO האדמה (איור 7.19).

פסי טשטוש שנעודו לניטור עקבות של בעלי חיים מופער ברכיכות הצומח על המעבר, ועלולים להיות מכשול למינים מסוימים של חסרי חוליות, ומושום כך יש להקפיד להשאירם לתקופת זמן מוגבלת, כל עוד הניטור מתרחש בפועל.

מעברים עליים ייעודיים (לשימוש בלבד בעלי חיים) מומלצים במיוחד אם מעוניינים לשקם תנואה יומית או עונתית של יונקים גדולים.

רצוי לסגור את המעבר לקהיל ולפעליות של בני אדם. אם הדבר אינו אפשרי או אינו רצוי, יש לתכנן בקפידה שימוש של הולכי רגל ושל כלי רכב במעבר עלי (עד כה ראו סעיף 7.2.3).

אם צפואה נוכחות של הולכי רגל בממעבר, מוטב לספק שביל צר שירצה את תנועתם מאשר לא לספק שביל תנואה כלל, דבר שעלול להוביל לכך שהם ישתמשו בכל רוחבו של המעבר. לעיתים עדיף לחבר מעבר עלי לבעל חיים לשבילי נופש להולכי רגל. שביל זה אפשר למקם גם בשולי המעבר ולהפריד ביניהם לבין שאר שטחו של המעבר באמצעות מחיצה או משוכת שיחים. לפני שעושים זאת יש לבחון מה רוחב המעבר הנדרש, כך שתתאפשר הפרדה פיזית בין פעילות האדם לבין של בעלי החיים, וכן לבדוק מהו האפשרות לחסום כניסה של הולכי רגל בתקופות מסויימות של השנה. צריך לשים לב שילוב זהה מחייב שליטה ניהולית, במיוחד בעניין ונדייזם.

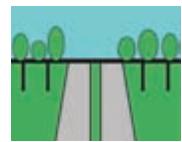
כל שהמעבר צר יותר, יש להשתדל למנוע כניסה של רוכבי אופניים, של אופניים ושל טרקטורונים על ידי גידור עם מפתחים גדולים (שבבעלי חיים יכולם לעבורי דרכם), חסימה או חסימה חלקית באמצעות סלים, נתיעת עצים (איור 7.27) או משוכות שיחים קוצניים כמו צבר או פטל, כל עוד אינם מונעים כניסה חופשית של בעלי החיים. רצוי לגבות אמצעים אלה בשילוט הסקרה.

יש להקפיד על אכיפה איסור ציד על המעבר העילי ובסביבתו. אין ניסיון רב שמננו ניתן ללמידה על היקף השטח המדובר, אולם מרחק של 0.5-2 ק"מ מהכניסות למעבר עשוי להתאים, בהתאם לנסיבות המקומיות.



איור 7.27: אמצעים למניעת כניסה של כלי רכב למעבר: נטיות שנעשו בכניסה למעבר כדי להקשות על תנועת כלי רכב. (צילומים: SP: C. Rosell, Minuartia)

הנחיות ספציפיות למיניהם



מעבר עלי חים מיועד לרוב לטוווח מצומצם יותר של מיני בעלי חיים מאשר מעבר רצף, להלן קבוצות מינים שיכולות להשתמש במעבר אם התנאים המקומיים יותאמו לצורכיהם:

דו-חימ: אינם צפויים לשימוש במעבר אלא אם הוא ממוקם בתויב נדידה מקומית שלהם או נקלע בדרכם במהלך תקופה התפזרות הצעירים. אפשר ליצור בית גידול לח המתאים לדו-חימ בעזרת סדרת בריכות המהוות "בנייה קפיצה" ומחברות בין בית גידול לחים שהופרדו על ידי הכביש, בשילוב עם מקומות מסתור מתאימים על פני המעבר (ראו גיונים והתאמות נוספת לעיל).

יונקים שוכני עצים: או יונקים המעדיפים בתו גידול של עצים או את קרבתם – לתנועתם על פני המעבר יכולים לסיע מבנים מסוימים מקומות מחסה והגנה בזמן תנועה (כמו ערמות ענפים, תלולים אבניים או ערמות גזם וסחופת עצ), ובתנאי שהיו קרובים דיים זה לזה בכניסות למעבר ועל פניו. מקומות מחסה אלה חשובים במיוחד אם על המעבר אין שיחים רבים או עצים.

יונקים שוכני בת גידול לחים: יכולם להימנע מלהשתמש במעבר אם אינו ממוקם בבית הגידול המועדף עליהם סמוך מאוד אליו. בנייה של בית גידול לח, כפי שתואר לעיל, יכולה לעודד מינים אלה להשתמש במעבר.

מינים מעופפים: אפשר להתאים את טיפוסי הצומח על המעבר ואת מיקום הצומח כך שיגדלו את אפשרויות השימוש בו ואת החציה דרכו גם על ידי מיני עופות ועטלפים. נמצא שימושים רבים מונטבים גם לתנועה של בעלי חיים מעופפים כמו ציפורים, עטלפים ופרפרים; הם מסייעים להפחית את שיעור התמותה של בעלי החיים המעופפים מהתנגשויות בכל רכב, וגם מוגברים את תנועת המינים המעופפים שלא מלאן כאן הינם מלחמות שטח כביש פתוח. גם במעבר ציר יותר, אלמנט קוי המכון למעבר (כמו שדרת עצים המכונת למעבר ומגיעה עד לכינה אלו ונמשכת בשורה מרווחת של שיחים גבוהים על המעבר עצמו) יכול לסייע בהכוונה תעופתם של עטלפים ומיני ציפורים על פני המעבר.

תחזקה ובדיקה

המבנים של המעבריםعلילים דורשים באופן ייחודי תחזקה מעטה. קירות, גדרות ומחריצות מצריים בדיקה ותחזקה סדיroot כדי לוודא את יציבותם. כן יש לדאוג לשמרה על מצב הצומח והשיפועים, אם ישןם.

יש לקבוע במפורש כבר בשלב התכנון מי יהיה אחראי לתחזקה, ולהקפיד בשלב התפעול על שיתוף פעולה הדוק עם האנשים האחרים לתחזקת הכביש. במצבים רבים האחראים על ממשק בשטחים פתוחים בסביבת המעבר יכולים להיות האחרים גם לתחזקת הצומח שעל המעבר.

על האחרים לתחזקה להיות מודעים למטרת המעבר. יש להזכיר בעבורם הנחיות מפורטות, ולפתח יחד איתם נוהלי תחזקה.

כבר בשלב הביצוע של המעבר עלי יש לתוכנן את נוהלי התחזקה לשנתיים-שלוש השנים הראשונות של אחר ההקמה, במיוחד את אלה הנוגעים להتابסות הצומח. לאחר מכן אפשר לגבש נוהלי תחזקה מדי שנה, בהתאם לנזוני הניטור והבדיקה השוטפים.

חשוב לתחזק את הצומח בהתאם למטרות המקוריות של המעבר העלי. יש לדאוג שתחזקת הצומח לא תפגע בתפקוד הטכני של הגשר.

בשנתיים הראשונות של אחר ההקמה קרובה לוודאי שהייה צורך להש��ת את הצומח על פני המעבר, לפי הצומח שתוכנן למעבר. השקיה כזו מאפשרת לצומח להתבסס, להשרish ולהתפתח במהירות למצבו התפקיד הרצוי על המעבר.

יש לוודא שהצומח הרצוי ישמר או יטופח באופן פעיל. לשם כך חשוב לוודא שהצומח במרכז המעבר אינו יוצר אזהר סבוך וחסום, ולסלק מיני צמחים רודרלים וצמחים פולשים.

חשוב להעניק תשומת לב מיוחדת לשימושים לא הולמים במעבר העלי ובסביבתו, ככל שעלולים לפגוע בתפקודו כמעבר לבעלי חיים (כמו גידור או הפעלת מתקני נופש בשטחים פתוחים סמוכים).

7

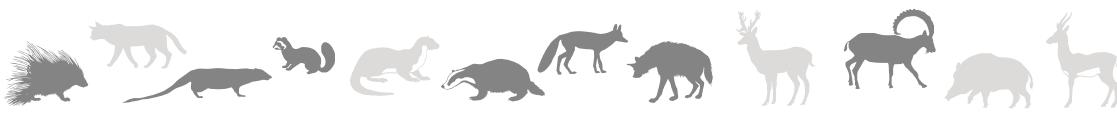
ניתור

בשל העליות הגבוהות הכרוכות בהקמת מעבר עלי לבעלי חיים, חשוב לבצע עוד לפני הקמה ניטור מוקדים באזורי המתווכן להקמה – לנטר בשיטות שונות פעילות של מיני היעד באזורי המיעוד למעבר ובסביבתו, ולשלב את המידע מהnitור במידע על שימושי הקרקע באזורי.

לאחר ההקמה יש לנטר את תפקוד המעבר ולפעול במידת הצורך לבקרה ולשיפור המצב: יש לנטר את פעילות מיני הייד במעבר ובסביבתו ולתעד גם כל פעילות אונושית שעולה להשפע על השימוש של בעלי החיים במעבר. שילוב בין שני סוגי המידע יאפשר הבנה מרכזית של תפקוד המבנה ושל האמצעים הנדרשים, במידת הצורך, לשיפור ויעילות תפקודו, אף כבר בשלב התכנון חשוב להגדיר את מקורות התקצוב לכך. הניטור יכול לכלול שילוב של שיטות שיספקו מידע נרחב ומדויק הנדרש לצורך קבלת החלטות (למשל מעקב אחר עקבות וגללים, שימוש בפסי טשטוש ובמצולמות מיוחדות לבעלי חיים, ראו פרק 9).



חוגלת סלעים (צילום: דותן רותם)



7.2.3 מעבר עליי רב-שימושי



איור: P. Gaspar

תיאור כללי ומטרות

7

בתכנונו המפורט דומה מעבר עליי רב-שימושי (multi-use overpass) למעבר עליי לבני חיים, אולם מטרות הממשק שלו שונות – לאפשר שימוש משותף לבני חיים ולבני אדם. בדרך כלל מעבר עליי רב-שימושי צריך יותר ממעבר עליי לבני חיים ולרוב הוא מתאים למינים שרガשים פוחת להפרעות האדם. אפשר לבנות מלכתחילה מעברים שיהיו רב-שימושיים, אך מעדיף לכך – אפשר לשדרוג מבנים קיימים כדי מעברים כאלה לצורך מזעור הקיטוע. שדרוגים אלה אינם תחליף למעברים ייחודיים לבני חיים, אלא אמצעי נוספת המשמש לשיפור החידירות הכלכלית של המהסומים הנוצרים על ידי תשתיתות.

גשרים רבים משמשים להולכת כבישים מקומיים, דרכי יער או דרכים חקלאיות מעל לכבישים ראשיים. לרוב הם מכוסים בטון או אספלט, ובבעל חיים משתמשים בהם לעיתים רחוקות, וגם אז הם משמשים רק טווח מצומצם של מינים. במצב שבו גשרים הבנויים בכבישים בין-עירוניים נמצאים בין רציפים של שטחים פתוחים, שדרוגם באמצעות תוספת פשוטה של פס מכוסה אדמה וצומח יכול לשפר לא כמעט את המצב הקיים ולהתרום למיתון השפעות החיצי בעליות שלוליות קטנות ביותר. מעברים כאלה מסיעים לתנועה ולתפוצה (dispersal) של בעלי חיים, ומשתמשים בהם חסרי חוליות, חוליותtiny, חוליותtiny, טורפים ולוותים גם פרסתנים. במקרים עליים רחבים יותר אפשר לשלב דרכים מקומיות או שבילי יער כל עוד היקף התנועה בדרכים אלה הוא נמוך.

אפשר להתאים מנהרות cut & cover הנבנות לצרכים אסתטיים (לשימור הנוף) כך שייתפקדו בה בעת גם כמעברים עליים לבני חיים.

מינים יעד

מעבר עליי רב-שימושי משמש טורפים (למשל שועל ותן, נמייה, דלק) ולעתים גם פרסתנים. גם חוליותtiny קטנים (כמו מכרסמים, זוחלים ודוחים) וחסרי חוליות הם מיני יעד אפשרריים.