

# תכנית מד/2020 חוות דעת אקולוגית

ד"ר אדיב גל – חברת טנא  
ינואר 2011

## תוכן עניינים

3.....	תקציר
5.....	רקע כללי
5.....	נתוני הבינוי בתכנית מד/2020
7.....	המסדרון האקולוגי באזור
7.....	צבאים
8.....	השפעת כבישים על בעלי חיים
8.....	השפעת הבינוי על אופי הצומח
9.....	זיהום תאורה
10.....	ניתוח השלכות אקולוגיות של יישום תכנית מד/2020
10.....	יישום מלא של מד/2020
10.....	פירוט המלצות לצמצום ההשפעות האקולוגיות של תכניות הבינוי
10.....	אי בניה באזור הדרומי לאזור K2 – אזור הגבעות הדרומיות ("שטח לתכנון עתידי")
10.....	בניה באזור K1
11.....	אזור ישפרו סנטר (Service / Industrial)
12.....	אזור אצטדיון (Stadium Alternative)
12.....	אזור Hospital/Stadium
12.....	אזור N
13.....	אזור תיירותי
13.....	פירוט המלצות לצמצום השפעת הכבישים בתוכנית מד/2020
14.....	כביש 180 בין כביש 3 לכביש 431
14.....	כביש 180 בחלקו הצפוני מכביש 431 לכיוון אתר P
14.....	כביש 4
14.....	כביש 20 בקטע שבין החיבור עם כביש 4 לכניסה הדרומית לאזור תעשייה
15.....	כביש כניסה לאזור תיירותי מתוכנן
15.....	פירוט המלצות בנושא מעברים עילאיים לבע"ח
16.....	רשימת ספרות
26.....	נספח מספר 1 – השפעת כבישים על בע"ח
30.....	נספח מספר 2 – השפעת הבינוי על הצומח
36.....	נספח מספר 3 – זיהום תאורה

## תקציר

מבחינת צבי ארץ ישראלי, יישומה המלא של תכנית מד/2020 יגרום לצימצום, פגיעה והרס של המסדרון האקולוגי באזור מודיעין. עבור הצבאים, יהפוך האזור לשטח מעבר בלבד. בהתאם לנתוני השטח המיועד לבינוי שהתקבלו (לא נתונים סופיים) ובהתבסס על מחקרי שדה יישומה של תכנית מד/2020 תגרום לצמצום של בין 64 ל- 92 צבאים במרחב. על פי מודל תיאורטי - LARCH אוכלוסיית הצבאים תיכחד לחלוטין עם יישומה של תכנית מד/2020.

על מנת לשמור על אזור מודיעין כאזור מעבר בלבד (ולא כמסדרון אקולוגי) עבור הצבאים המחבר בין אזור ירושלים לאזור הדום השומרון וכאזור בעל ערך אקולוגי למגוון מינים, למעט היונקים הגדולים, יש לנקוט באמצעים הבאים:

1. יש למנוע בניה באזור הדרומי ל- K2.
2. יש לבנות מעבר עילי המיועד לצבאים מעל כביש 2 באזור הנושק לאזורי הבניה K1 ו- K2 בחלקם הדרומי.
3. יש לצמצם ככל האפשר את הבינוי באזור הדרומי של K2 ולהרחיב את המעבר הקיים בין אזור זה לשעלבים העומד כיום על כ- 300 מטר בלבד.
4. יש לבטל את כביש 180 בין כביש 3 לכביש 431.
5. יש לצמצם את הבינוי בחלק הדרומי של ישפרו סנטר ככל האפשר ולהרחיב את השטח בין ישפרו סנטר לכביש מספר 1 מ- 500 מטר ל- 700 מטר לפחות.
6. יש לבטל את התכונות לבינוי האצטדיון באזור המערבי לישראל סנטר ולהשאיר מעבר ברוב של כ- 700 מטר לפחות בין אזור הבינוי לכביש 1.
7. יש לבטל את כביש 4.
8. יש לבטל את כביש 20 מחיבורו לכביש 4 ועד לכניסה הדרומית לאזור התעשייה המערבי של מודיעין.
9. יש לצמצם את הבניה על שתי גדות נחל ענבה באזור שבין R2 לאזור הבית חולים המתוכנן ולהשאיר אזור טבעי רחב ככל האפשר.
10. יש ליצור מעבר עילי גבוה, רחב ופתוח מתחת לכביש 180 החוצה את נחל ענבה.
11. יש לצמצם ולהרחיק ככל האפשר את הבינוי במדרונות באזור N הגולשים לכיוון נחל ענבה.

12. יש לצמצם את האזור התיירותי ולהצמידו ככל האפשר לאזור תעשייה המערבי.

13. יש למנוע את התפשטות השטח התיירותי מעבר לכביש 4 המתוכנן ולתכנן כניסות לאזור התיירותי רק מכיוון צפון.

14. יש למנוע ככל האפשר זיהום אור מהאזורים הבנויים בקו המגע עם השטחים הטבעיים.

15. יש ליצור חייץ טבעי וברור בין אזורי הבינוי לבין האזורים הפתוחים.

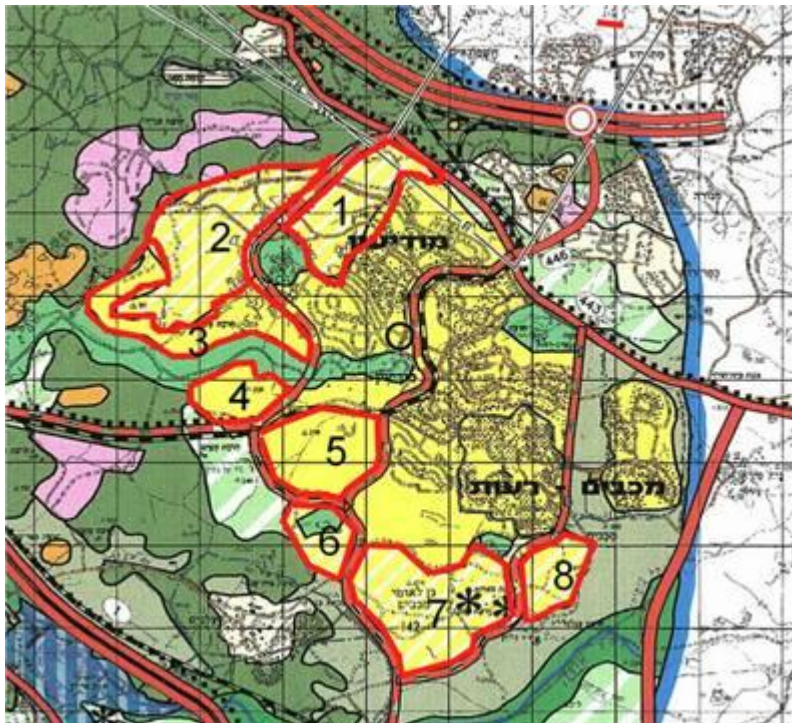
## רקע כללי

חוות הדעת האקולוגית מתבססת על שילוב בין נתוני הבינוי המתוכננים (מגורים וכבישים) ובין תכונותיו של צבי ארץ ישראלי, המשמש כמין מטריה באזור. נתוני הבינוי (מגורים וכבישים) התקבלו ממשד ספדי וכן מפגישות שנערכו עם האדריכלים ממשדו של אדר' גדעון שריג. מקורו של המידע האקולוגי הוא בסקירת ספרות שנעשתה בנושא האקולוגיה והביולוגיה של צבי ארץ ישראלי, מסדרונות אקולוגיים, השפעת הכבישים על בע"ח, השפעת הבינוי על הצומח והשפעת זיהום תאורה על בע"ח.

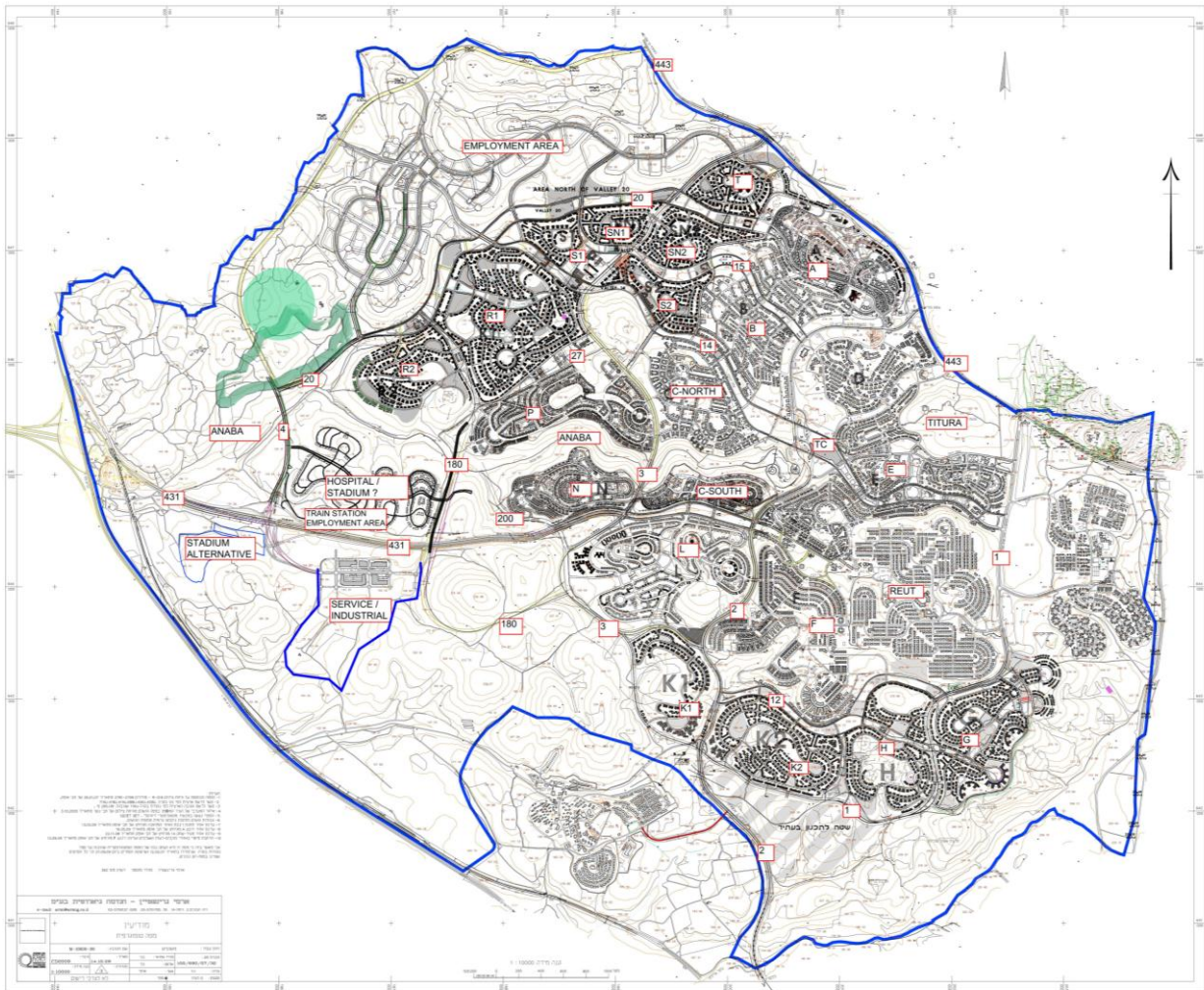
### נתוני הבינוי בתכנית מד/2020

אדר' מירון כהן ממשד ספדי העביר את מרבית המידע על נתוני הבינוי והפיתוח של תכנית מד/2020. המידע כלל מפות (מפה מספר 1 ומפה מספר 2) ופירוט היקפי הבניה בתוכנית מד/2020 (טבלה מספר 1 התואמת למפה מספר 2). מידע בע"פ התקבל מאדר' גדעון שריג ומאדר' יעל סופר ממשדו של אדר' גדעון שריד.

מפה מספר 1: עתודות תכנון של העיר מודיעין



מפה מספר 2: תכנית מד/2020



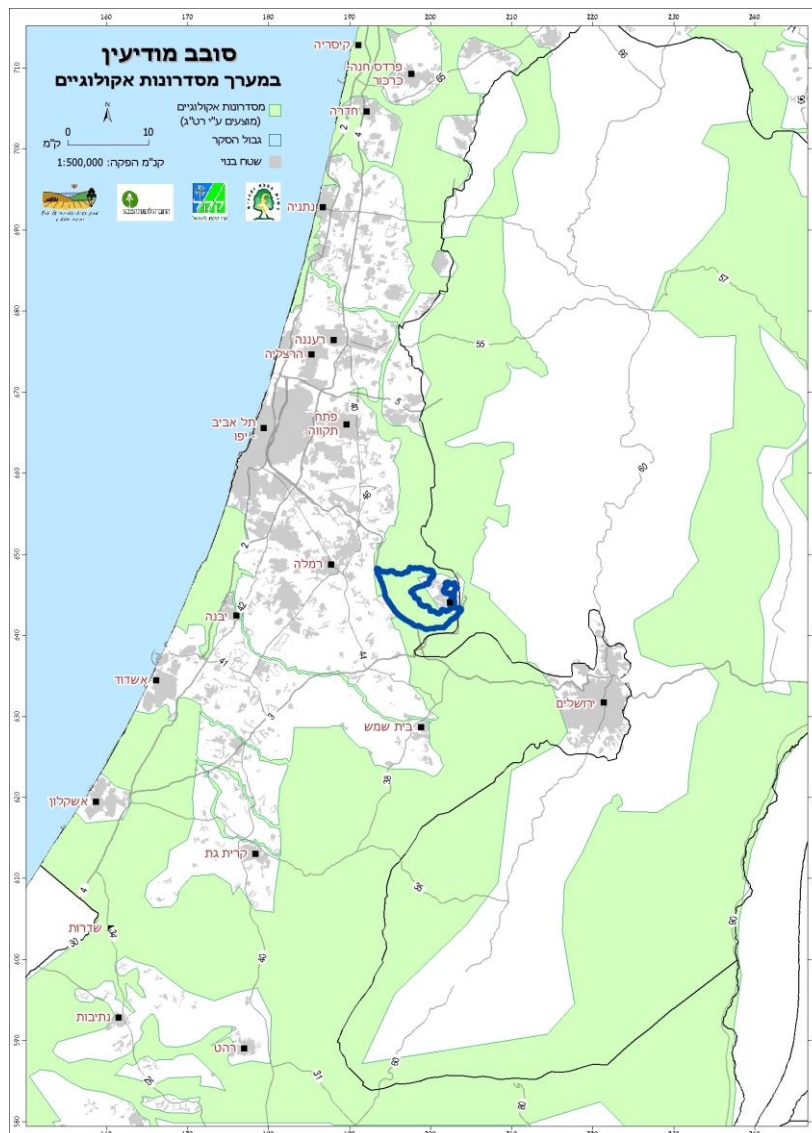
טבלה מספר 1: פירוט היקפי הבניה המתוכננים בכל אחד מאזורי תכנית מד/2020 (תואם את מפה מספר 2)

אתר מספר בתמונה	שם האתר	שטח האתר ברוטו (דונם)	מס' יח"ד מוצעות	מצב סטטוטורי
1	S2 ,T,SN2	1,180	5,300	תכנית שלד + מתאר
2	S1,SN1,R1,RN2	2,440	9,400	תכנית שלד + מתאר
3	P,RS2	1,300	4,665	ועדה מקומית (P), תכנית שלד ומתאר
4	N		1,650	ועדה מחוזית
5	L	1,500	4,000	ועדה מקומית
6	K1	280	1,065	תכנית שלד + מתאר
7	K2,H	1,300	6,210	תכנית שלד + מתאר
8	G	965	3,990	תכנית שלד + מתאר

## המסדרון האקולוגי באזור

תפקידו של המסדרון האקולוגי הוא לספק שטח גדול ככל הניתן, בעל קישוריות פעילה, בו אוכלוסיות של מינים שונים יורכבו מפרטים רבים, אשר יגדילו את השונות הגנטית באוכלוסייה ויאפשרו את קיומן התקין והרציף של אוכלוסיות שונות אלו להן דרישות אקולוגיות שונות (Bond, 2003). כיום, ניתן להעריך בסבירות גבוהה מאוד שמסדרון באזור מודיעין הינו מסדרון פעיל (מפה מספר 3) המאפשר את השלמת מחזור חייו של הצבי וכן תנועה של צבאים בין האזורים המזרחיים בואך ירושלים לבין אזור הדום השומרון כפי הגדיר זאת Bond (2003).

מפה מספר 3: מיקומה המרחבי של מודיעין בלב המסדרון האקולוגי במרכז הארץ (גל וחוברין, 2007).



## צבאים

צבי ארץ ישראלי באזור מודיעין נחשב כמין מטריה (Umbrella species). מין לו טווח תפוצה רוח. ההנחה היא שאם יישמר שטח מספיק גדול אשר יתמוך באוכלוסייה "בריאה" (של הצבאים) המתרבה בצורה עצמאית ומקיימת את מחזור החיים המלא תוך שמירה על שיווי משקל או עליה בגודל האוכלוסייה, אזי גם שאר המינים הנמצאים כיום בבית הגידול יוכלו להמשיך ולהתקיים בצורה נאותה ללא חשש מפגיעה אשר תסכן את גודל אוכלוסייתם (פרבולוצקי ופולק, 2001).

גודל אוכלוסיית צבי ארץ ישראלי באזור מודיעין אינו ידוע. עם זאת, על פי מחקרים עדכניים (Manor in press אצל ברנשטיין 2011) מדובר על צפיפות צבאים הנעה בין שבעה לעשרה פרטים לכל 1,000 דונם. כאשר לכל זכר נחלה הנעה בין 100 דונם ל- 400 דונם. חשוב לזכור שעל פי (Manor and Saltz 2005) 700 מטר הוא המרחק שממנו ומעלה לא נפגעת פעילותם הטבעית של הצבאים כתוצאה מפעילות אנתרופוגנית בעוד שמרחק זה ומטה נפגעת התנהגותם הטבעית של הצבאים.

## השפעת כבישים על בעלי חיים

כבישים משפיעים על בעלי חיים בדרכים רבות. כאלמנטים קווים בנוף לכבישים השפעה על עולם החי בצורה חסרת פורפוציה ביחס לשטח אותו הם מכסים. לדוגמה, בארה"ב, שטחי הכבישים ושולי הדרך מכסים כ- 1% מפני השטח אך גורמים להשפעה ישירה על כ- 20% מכלל שטחה של ארה"ב כולל עולמם של היצורים החיים (Forman and Deblinger, 2000; Forman, 2000). המשך הפירוט של השפעת הכבישים על המגוון הביולוגי בנספח מספר 1.

## השפעת הבינוי על אופי הצומח

בינוי ופיתוח על שטחים טבעיים היא הפרעה למערכת האקולוגית. הפרעה מוגדרת כאירוע לא שגרתי ולא קבוע בהתרחשותו, הגורם לשיבוש תפקודי המערכת האקולוגית וגורם לפגיעה ביציבותה. הפרעה מביאה לידי דחיקה של חלק ממינים עד כדי הכחדתם ופוחתת מרחב להתנחלות מחודשת (Prodanovic, Jovanovic and Krivosej, 1996; Pavlovic-Muratspahic, Stankovic and Brankovic, 2009; בריקנר-בראון, 2008; שוסטר וכהן, 2005; פרבולוצקי ופולק, 2001; דנין, 1991; דנין, 1976). אירוע זה מביא לידי דחיקת מינים ופוחת מרחב להתנחלות מחודשת של מינים פולשים ומינים רודרליים (דופור-דרור,



2009; שוסטר וכהן, 2005; פרבולוצקי ופולק, 2001). המשך הסקירה מופיעה  
בנספח מספר 2.

### זיהום תאורה

בהתייחסותנו לזיהום אור, הכוונה לעודף אור בשמי הלילה כתוצאה מפעילות  
אנתרופוגנית הגורמת למיסוך תאורת גרמי השמיים הטבעית ("זיהום  
אטמוספרי"). תופעה זו היא רחבת היקף, כלל עולמית אך נפוצה בעיקר בעולם  
המערבי (Elvidge et al. 1997). התופעה נוצרת כתוצאה משימוש בלתי מבוקר  
של תאורות מסוגים שונים ובגבהים משונים. לא רק התאורה כלפי גרמי השמיים  
גורמת לזיהום תאורה, אלא גם החזר התאורה ("Sky Glow") גורם לזיהום  
(Longcore and Catherine, 2004). מקורות זיהום התאורה מגוונים: תאורה מבתים  
פרטיים, תאורה ממבנה ציבור (משרדים, מגדלי תקשורת, אנטנות ובנייני דירות),  
תאורת כבישים, תאורת אוניות, תאורת רכבים, תאורה של מגדלים תקשורת  
ועוד (Longcore and Catherine, 2004). מידע נוסף בנושא מופיע בנספח מספר  
3.

## ניתוח השלכות אקולוגיות של יישום תכנית מד/2020

### יישום מלא של מד/2020

בהתאם לנתונים מטבלה מספר 1 ולמידע שהתקבל מברנשטיין (2011) חושבה מידת הפגיעה בגודל אוכלוסיית הצבאים באזור מודיעין (טבלה מספר 2).  
טבלה מספר 2: מספר הצבאים שיפגעו כתוצאה מיישום מד/2020 (בהתאם לנתוני טבלה מספר 1)

אתר מספר בתמונה	שם האתר	שטח האתר ברוטו (דונם)	הערכה למספר צבאים שיפגעו
1	S2 ,T,SN2	1,180	בין 7 ל- 11 צבאים
2	S1,SN1,R1,RN2	2,440	בין 17 ל- 25 צבאים
3	P,RS2	1,300	בין 10 ל- 13 צבאים
4	N	כ- 370 דונם*	בין 2 ל- 3 צבאים
5	L	1,500	בין 10 ל- 15 צבאים
6	K1	280	בין 1 ל- 2 צבאים
7	K2,H	1,300	בין 10 ל- 13 צבאים
8	G	965	בין 7 ל- 10 צבאים
	סה"כ	כ- 9,335	בין 64 ל- 92 צבאים

\*הערכה על פי אומדן של 4.4 דירות לדונם

בהמשך, מפרטת ברנשטיין תוצאות של מודל LARCH אשר בחן את יישומה המלא של תכנית מד/2020. להערכתה, במידה ותיושם תכנית מד/2020 במלואה (מפה מספר 1) אוכלוסיית הצבי הארץ ישראלי באזור מודיעין לא רק שתיפגע, אלא תיכחד (ברנשטיין, 2011).

### פירוט המלצות לצמצום ההשפעות האקולוגיות של תכניות הבינוי

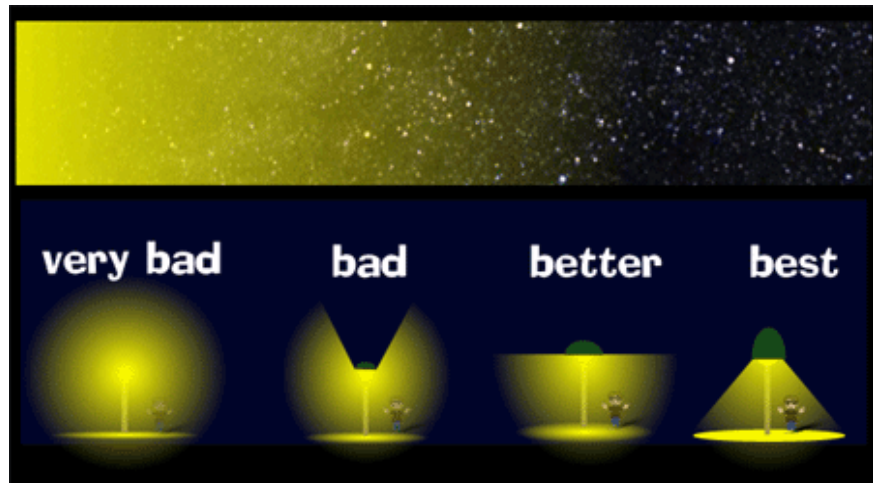
אי בניה באזור הדרומי לאזור K2 – אזור הגבעות הדרומיות ("שטח לתכנון עתידי")

לא התקבל מידע על היקף השטח הבנוי העתידי באזור זה המוגדר כ"שטח לתכנון בעתיד". יש לזכור שאזור זה מהווה "צוואר בקבוק" ושימורו הפתוח חיוני לשמירה על אפשרות מעברם של צבאים באזור. אי בניה באזור זה משאירה מרחק אווירי של כ- 600 מטר בין אזור K2 לשעלבים. לכאורה, רוחב זה, של כ- 600 מטר, נושק לרוחב שיאפשר תנועה יחסית שקטה של הצבאים באזור (Manor and Saltz, 2005). בפועל מדובר על שטח קרקעי הקטן בהרבה מרוחב של כ- 600 מטר. כביש 2 מקטע אזור זה ומצמצם בצורה משמעותית את המרחב

הקרקעי בין K2 לשעלבים. בפועל, נוכחותו של כביש 2 בתא שטח זה משאירה כ- 300 מטר בין כביש 2 לשעלבים וכ- 300 מטר בין כביש 2 ל-K2. בשני המקרים תנועתם של צבאים באזור זה תיפגע.

**המלצה:** יש למנוע כל בניה באזור המוגדר כ"שטח לתכנון בעתיד" (מפה מספר 2) ולשמור על מרחב פתוח זה. מרחב פתוח זה אמור לשמש כמעבר בע"ח תוך מתן מענה למעבר אקולוגי המתאים לצבאים מעל כביש 2. כמו כן, יש לדאוג לא ליצור זיהום תאורה (איור מספר 1 ונספח מספר 3) באזורים הדרומיים של אתר הבניה ב-K2 על מנת לא לצמצם את ההשפעה האנתרופוגנית על השטחים הפתוחים הצרים המהווים מעבר לצבאים. בנוסף, יש ליצור חייץ טבעי בין קו הבינוי לשטחים הפתוחים הסמוכים.

איור מספר 1: דוגמאות לסוגי תאורה



### בניה באזור K1

בניה באזור K1 על שטח של כ- 280 דונם מאפשרת מעבר בעלי חיים ברוחב מקסימלי של כ- 300 מטר בין אזור K1 (מפה מספר 2) לבין שעלבים. על פי Manor and Saltz (2005) רוחב זה יגרום לפגיעה בפעילותם הטבעית של הצבאים באזור.

**המלצה:** יש לצמצם את הבניה באזור הדרומי של K1 ככל האפשר על מנת להרחיב את מעבר בע"ח בין שעלבים לבין לאזור K1. כמו כן, יש לדאוג לא ליצור זיהום תאורה (איור מספר 1 ונספח מספר 3) באזורים הדרומיים של אתר הבניה ב-K1 על מנת לא לצמצם את ההשפעה האנתרופוגנית על השטחים הפתוחים הצרים המהווים מעבר לצבאים. יש ליצור חייץ טבעי בין קו הבינוי לשטחים הפתוחים הסמוכים.

### אזור ישפרו סנטר (Service / Industrial)

על פי התכנון מיועד להישאר מעבר של כ- 500 מטר בין אזור ישפרו לבין כביש מספר 1. מעבר זה יאפשר מעבר של צבאים תוך כדי פגיעה יחסית נמוכה בתנועתם החופשית (Manor and Saltz, 2005).

**המלצה:** יש לצמצם את הבניה באזורים הדרומיים של ישפרו סנטר ככל האפשר ולהשאיר מרווח של כ- 700 מטר לפחות בין המרכז המסחרי לכביש 1. כמו כן, יש לדאוג לא ליצור זיהום תאורה (איור מספר 1 ונספח מספר 3) באזורים הדרומיים של ישפרו על מנת לא לצמצם את ההשפעה האנתרופוגנית על השטחים הפתוחים הצרים המהווים מעבר לצבאים. יש ליצור חייץ טבעי בין קו הבינוי לשטחים הפתוחים הסמוכים.

### אזור אצטדיון (Stadium Alternative)

בניה של האצטדיון כפי שמופיע במפה מספר 2 משאירה כ- 150 מטר בלבד בין קו התכנית המופיעה במפה לבין כביש מספר 1. אזור זה מהווה "צוואר בקבוק" בשרידי המסדרון האקולוגי באזור לאחר יישומה של תכנית מד/2020. אזור זה יהפוך למעבר חיוני לבע"ח בדרכם לחציית גשר נחל ענבה בואך יער בן שמן.

**המלצה:** יש למצוא מקום חלופי לאזור האצטדיון כדוגמת הצמדתו לישפרו סנטר ולכביש 431.

### אזור Hospital/Stadium

האזור אמור להיבנות ולהיות חלק משכונות מגורים ולא מיועד לבית חולים או אצטדיון כפי שהתקבל ממשרד ספדי. הבינוי אמור להיעשות על שיפולי הגבעות הדרומיות החולשות על נחל ענבה. על פי התכנון (שאינו מופיע במפה 2, אך התקבל בישיבה עם האדר' יעל סופר והאדר' גדעון שריג) אמור להישאר מרווח של כ- 400 מטר בין השכונות הצפוניות של אזור זה לבין השכונות הדרומיות של אזור R2. במידה וצבאים יגיעו לאזור זה, מעבר זה יאפשר מעבר של צבאים תוך כדי פגיעה בתנועתם החופשית (Manor and Saltz, 2005). זאת ועוד, לאורך נחל ענבה מתוכננת טיילת עם תאורה (לא מופיע במפה מספר 2, אך התקבל בישיבה על האדר' יעל סופר והאדר' גדעון שריג). טיילת זו, אשר לא התקבל תכנון מפורט שלה, תצמצם ותקטע את השטח הפתוח בין R2 לבינוי המתכונן באזור בית החולים. בפועל יוצרו שני נתיבים צרים וארוכים לאורך הנחל התחומים מצד אחד על ידי קווי בינוי אינטנסיבי ומצד שני על ידי טיילת. לכן, לא ישאר אפילו רוחב של כ- 400 מטר בין R2 למתחם בית החולים העתידי. זאת

ועוד, הבינוי המתוכנן באזור N1, יוצר מצב שמבחינתם של הצבאים, אך לא מבחינתם של מגוון רחב של מינים אחרים, מדובר על סגירה מוחלטת של המעבר המצומצם לאורך נחל ענבה.

**המלצה:** לצמצם ככל האפשר את הבניה על המדרונות הפונים לכיוון נחל ענבה הן באזור המיועד לבית חולים (Hospital/Stadium) והן באזור R2. צמצום זה יאפשר יצירת שוליים טבעיים רחבים ככל האפשר לאורך הטיילת של נחל ענבה וכפועל יוצא יאפשר ליצורים קטנים אחרים לנוע לאורך מעבר זה. כמו כן, יש ליצור חייץ טבעי וברור בין קו הבינוי לבין האזורים הטבעיים על מנת לצמצם את ההשפעה האנטרופוגנית, בעיקר זיהומי אור, אשר עלולים להגיע מאזורי המגורים. במקביל, יש לדאוג לתאורה מינימלית ככל האפשר לאורך הטיילת (איור מספר 1 ונספח מספר 3) אשר לא תשפיע של המעבר הטבעי בין הטיילת לאזורי הבינוי.

### אזור N

אזור N חולש על גדותיו המזרחיים של נחל ענבה לפני חצייתו את כביש 431. **המלצה:** יש לצמצם ולהרחיק את הבינוי במדרונות באזור N הגולשים לכיוון נחל ענבה ככל האפשר. יש ליצור חייץ ברור המבוסס על צומח טבעי בין קו הבינוי לבין השטחים הפתוחים שעל מדרונות נחל ענבה. יש לדאוג לתאורה מינימלית ככל האפשר לאורך קו הבינוי הנושק לשטחים הפתוחים ולא ליצור זיהום תאורה (איור מספר 1 ונספח מספר 3) אשר יפגע בהתנהגות של האורגניזמים הנעים באזור.

### אזור תיירותי

לא התקבל מידע לגבי גודל השטח המתוכנן. לכן, לא ניתן להעריך את השפעת האזור המתוכנן על גודל אוכלוסיית הצבאים. עם זאת, על פי מפה מספר 2, האזור התיירותי אמור לחצות את כביש מספר 4 לכיוון דרום מערב. גלישה זו תגרום לצמצומו של המסדרון האקולוגי שלא לצורך.

**המלצה:** יש לצמצם את כל הבינוי המתוכנן של האזור התיירותי לאזורים שמצפון וממזרח לכביש 4 ולהצמידו ככל האפשר לאזור תעשייה הקיים. בחלקו הדרומי יש למנוע זיהום תאורה (איור מספר 1 ונספח מספר 3) וליצור חייץ טבעי בין קו הבינוי לשטחים הפתוחים הסמוכים.

## פירוט המלצות לצמצום השפעת הכבישים בתוכנית מד/2020

### כביש 180 בין כביש 3 לכביש 431

מקטע הכביש המתוכנן מבודד את אזור גבעת ח'רבת חמים, שטח של 1 קמ"ר. על פניו נראה שבניית כביש זה מיותרת לחלוטין.

**המלצה:** יש לבטל מקטע זה.

### כביש 180 בחלקו הצפוני מכביש 431 לכיוון אתר P

מקטע הכביש המתוכנן אמור לחצות את נחל ענבה.

**המלצה:** יש ליצור מעבר תחתי גבוה, רחב ופתוח (איור מספר 2) ככל האפשר מעל נחל ענבה. יש למנוע מצב של זיהום תאורה לאורכו של הכביש (תמונה מספר 1 ונספח מספר 3).

איור מספר 2: דוגמה למעבר תחתי מועדף



### כביש 4

הכביש היוצא מכביש 431 לכיוון צפון חוצה את נחל ענבה ומתחבר לכביש 20. על פי מפה מספר 2, מתוכנן לכביש זה המשך אשר יקיף את האזור התעשייה המערבי של מודיעין במפגש עם יער בן שמן.

**המלצה:** יש לבטל את כביש 4 ולהסית את התנועה דרך כביש 180.

## כביש 20 בקטע שבין החיבור עם כביש 4 לכניסה הדרומית לאזור

### תעשיה

כביש זה אמור להיות חלק מהכביש ההיקפי של מודיעין.

**המלצה:** יש לבטל סלילה מקטע זה ולהעביר את התנועה דרך כביש 180 והכביש בין אזורי הבינוי R1 ו-R2.

### כביש כניסה לאזור תיירותי מתוכנן

כביש זה לא מוצג במפה מספר 2.

**המלצה:** יש לסלול כביש גישה לאזור התיירות רק מכיוון צפון דרך אזור התעשיה המערבי של מודיעין ולא דרך כביש 20 או/ו כביש 4.

### פירוט המלצות בנושא מעברים עילאיים לבע"ח

#### חציית כביש 2

יש לתכנן מעבר עילי לצבאים מעל כביש 2 בין פאתי מודיעין הדרומיים לבין הכניסה המזרחית לנוף איילון. יש למנוע מצב של זיהום תאורה לאורכו של הכביש (תמונה מספר 1 ונספח מספר 3).





עזריה, א. 1990. הצמחייה והצומח של ארץ-ישראל. [גרסה אלקטרונית]. נדלה בתאריך 19 דצמבר, 2011, מתוך: <http://flora.huji.ac.il/static/8/51/0014518.pdf>

פינברון-דותן, נ., דנין, א. 1998. המגדיר לצמחי-בר בארץ ישראל. ירושלים: כנה.

פרבולוצקי, א., פולק ג. 2001. אקולוגיה התיאוריה והמציאות הישראלית. כרטא.

קפלן, מ., קמחי, י., חושן, מ. (2000). הרי ירושלים ושפלת יהודה: מדיניות שימור ופיתוח בר-קיימא. מכון ירושלים לחקר ישראל.

שוסטר, א. (2003). אקולוגיה של אוכלוסיות. תל-אביב: האוניברסיטה הפתוחה.

שוסטר, א., כהן, ד. (2005). אקולוגיה חברות ביולוגיות ומערכות אקולוגיות. רעננה: האוניברסיטה הפתוחה.

שוסטר, א., רידג', א., בל, מ., ריטה, ע. (2009). אקולוגיה, גנטיקה ואבולוציה. רעננה: האוניברסיטה הפתוחה.

שלמון, ב. 1987. הצבאים בישראל – לקט מאמרים. החברה להגנת הטבע.

שמידע, א. (2005). צמחי ארץ ישראל. [גרסה אלקטרונית]. נדלה בתאריך 18 אוגוסט, 2011, מתוך:

[http://www.sviva.gov.il/bin/en.jsp?enPage=BlankPage&enDisplay=view&enDispWhat=Zone&enDispWho=weekly\\_plant&enZone=weekly\\_plant](http://www.sviva.gov.il/bin/en.jsp?enPage=BlankPage&enDisplay=view&enDispWhat=Zone&enDispWho=weekly_plant&enZone=weekly_plant)

Andrews, A. 1990. Fragmentation of habitat by roads and utility corridors: a review. *Australian Zoologist* 26:130-141.

Aresco, M. J. 2005. The effect of sex-specific terrestrial movements and roads on the sex ratio of freshwater turtles. *Biological Conservation* 123:37-44.

Askins, R. A. 1994. Open corridors in a heavily forested landscape: impact on shrubland and forest-interior birds. *Wildlife Society Bulletin* 22:339—347.

Askins, R. A., Philbrick, M. J., and Sugeno, D. S. 1987. Relationship between the regional abundance of forest and the composition of forest bird communities. *Biological Conservation* 39:129-152.

Arlettaz R, Godat S, Meyer H. 2000. Competition for food by expanding pipistrelle bat populations (*Pipistrellus pipistrellus*) might contribute to the decline of lesser horseshoe bats (*Rhinolophus hipposideros*). *Biological Conservation* 93: 55-60

Bergen, F., and Abs, M. 1997. Etho-ecological study of the singing activity of the blue tit (*Parus caeruleus*), great tit (*Parus major*) and chaffinch (*Fringilla coelebs*). *J Ornithol* 138: 451–67.

Bond, M. 2003. *Principles of Wildlife Corridor Design*. Center for Biological Diversity.

Clarke, G. B., White, P. C. L. and Harris, S. 1998: Effects of roads on badger *Meles meles* populations in south-west England. *Biological Conservation* 86: 117-124.

Coleman, J. S., and J. D. Fraser. 1989. Habitat use and home ranges of black and turkey vultures. *Journal of Wildlife Management* 53:782–792.

Cramer, C. P., and Bissonette, A. J. 2009. Transpiration ecology and wildlife passages. *TR NEWS*. 262:12-19.

De Santo, R. S., and Smith, D. G. Environmental auditing: an introduction to issues of habitat fragmentation relative to transportation corridors with special reference to high speed rail (HSR). *Environmental Management* 17:111-114.

Eigenbrod, F., S. J. Hecnar, and L. Fahrig. 2008a. The relative effects of road traffic and forest cover on anuran populations. *Biological Conservation* 141:35–46.

Elvidge, C., Baugh, K. E., Kihn, E. A., and Davis, E. R. 1997. Mapping city lights with nighttime data from the DMSP Operational Linescan System. *Photogramm Eng Rem S* 63: 727–34. Elvidge CD, Imhoff ML, Baugh KE, et al. 2001. Nighttime I

Fahrig, L., Pedlar, J. J., Pope, S. E., Taylor, P. D., and Wegner, J. F. 1995. Effect of road traffic on amphibian density. *Biological Conservation* 73:177–182.

Fahrig, L., and T. Rytwinski. 2009. Effects of roads on animal abundance: an empirical review and synthesis. *Ecology and Society* 14(1): 21. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss1/art21/>

Forman, R. T. T. 2000. Estimate of the area affected ecologically by the road system in the United States. *Conservation Biology* 14:31-35.

Forman, R. T. T., and Deblinger, R. D. 2000. The ecological road-effect zone of a Massachusetts (U.S.A) suburban highway. *Conservation Biology* 14:36-46.

Forman R. T. T., Reineking, B., and Hersperger, A. M. 2002. Road traffic and nearby grassland bird patterns in a suburbanizing landscape. *Environmental Management* 29:782–800.

Frank, K. D. 1988. Impact of outdoor lighting on moths: an assessment. *J Lepidop Soc* 42: 63–93.

Frenkel, R. E. 1977. Ruderal Vegetation Along Some California Roadsides. [Electronic version]. Retrieved November 12, 2011, from: [http://books.google.co.il/books?id=iII8s\\_V0SuwC&pg=PA9&lpg=PA9&dq=ruderal+flora+reproductive+process&source=bl&ots=i0sOQfhmTX&sig=IUL7RjNj fmaZ8OT4y\\_FuTOyzVlc&hl=iw&ei=4Vm-Tu\\_TLpSK4gTPuMG4BA&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=1&ved=0CBkQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false](http://books.google.co.il/books?id=iII8s_V0SuwC&pg=PA9&lpg=PA9&dq=ruderal+flora+reproductive+process&source=bl&ots=i0sOQfhmTX&sig=IUL7RjNj fmaZ8OT4y_FuTOyzVlc&hl=iw&ei=4Vm-Tu_TLpSK4gTPuMG4BA&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CBkQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false)

Gibbs, J. P., and Shriver, W. G. 2002. Estimating the effects of road mortality on turtle populations. *Conservation Biology* 16:1647–1652.

Gibeau, M. L., and Heuer. K. 1996. Effects of transportation corridors on large carnivores in the Bow River Valley, Alberta. 13 pp. In G.L. Evink, P. Garrett, D. Zeigler and J. Berry (eds.) *Trends in Addressing Transportation Related Wildlife Mortality*, proceedings of the transportation related wildlife mortality seminar. State of Florida Department of Transportation, Tallahassee, FL. FL-ER-58-96.

Hedlund, J. H., Curtis, P. D., Curtis, G., and Williams, E. 2003. Methods to reduce traffic crashing involving Deer: what works and what does not. Insurance Institute for Highway Safety, Arlington, Virginia.

Houlahan, J. E., and C. S. Findlay. 2003. The effects of adjacent land use on wetland amphibian species richness and community composition. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 60:1078–1094.

Jackson, S. D. 1996. Underpass systems for amphibians. 4 pp. In G.L. Evink, P. Garrett, D. Zeigler and J. Berry (eds.) *Trends in Addressing Transportation Related Wildlife Mortality*, proceedings of the transportation related wildlife mortality seminar. State of Florida Department of Transportation, Tallahassee, FL. FL-ER-58-96.

Jackson, S. D. 2000. Overview of Transportation Impacts on Wildlife Movement and Populations. Pp. 7-20 In Messmer, T. A. and B. West, (eds) Wildlife and Highways: Seeking Solutions to an Ecological and Socio-economic Dilemma. The Wildlife Society

Kozakiewicz, M. 1993. Habitat isolation and ecological barriers. The effect on small mammal populations and communities. *Acta Theriologica* 38(1): 1-30.

Land, D., and Lotz. M. 1996. Wildlife crossing designs and use by Florida panthers and other wildlife in southwest Florida. In G. L. Evinck, P. Garrett, D. Zeigler, and J. Berry, editors. Proceedings of the 1996 International Conference on Wildlife Ecology and Transportation. State of Florida Department of Transportation Environmental Management Office, Tallahassee, Florida, USA. [online] URL: <http://www.icoet.net/ICOWET/96proceedings.asp>.

Lano, J. 1987. The problem of roadkill. *American Forests*. September – October:50-52.

Longcore, T. and Catherine, R. 2004. Ecological light pollution. *Ecological Environment*. 2(4):191–198.

Luce, A., and Crowe, M. 2001. Invertebrate terrestrial diversity along a gravel road on Barrie Island, Ontario, Canada. *Great Lakes Entomologist* 34:55–60.

Manor, R., and Saltz D. 2005. Human impacts on gazelle habitat use patterns and flight distance in a heavily disturbed area in Israel. *J Wildl Manage* 69: 1683-1690.

McLellan, B. N., and Shackleton, D. M. 1988. Grizzly bears and resource-extraction industries: effects of roads on behavior, habitat use and demography. *Applied Ecology* 25:451-460.

Munguira, M. L., and Thomas, J. A. 1992. Use of road verges by butterfly and burnet populations, and the effect of roads on adult dispersal and mortality. *Journal of Applied Ecology* 29:316–329.

Natuhara, Y., Imai, C., Takahashi, M. (1999). Pattern of land mosaics affecting butterfly assemblage at mt ikoma, Osaka, japan. *Ecological research* (14), 105-118.

Ogden, L, J, E. 1996. Collision course: the hazards of lighted structures and windows to migrating birds. Toronto, Canada: World Wildlife Fund Canada and Fatal Light Awareness Program. Outen AR. 2002. The ecological effects of road lighting. I

Pavlovic-Muratspahic, D., Stankovic. M., Brankovic, S. 2010. Taxonomical Analysis of Ruderal Flora in Area of The City of Kragujevac. *Kragujevac Journal Science* (32), 101-108.

Parendes, L. A., and Jones. J, A. 2000. Role of light availability and dispersal in exotic plant invasion along roads and streams in the H. J. Andrews Experimental Forest, Oregon. *Conservation Biology* 14(1):64-75.

Peris, S. J., and Pescador, M. 2004. Effects of traffic noise on passerine populations in Mediterranean wooded pastures. *Applied Acoustics* 65:357–366.

Porej, D., Micacchion, M. and Hetherington, T. E. 2004. Core terrestrial habitat for conservation of local populations of salamanders and wood frogs in agricultural landscapes. *Biological Conservation* 120:399–409.

Prodanovic, D., Jovanovic, S., Krivosej, Z. (1996). Ecological and Phytogeographical Characteristics of Ruderal Flora in Kosovska Mitrovica and its Surroundings. *Natura Montenegrina, Podgorica*, 7(3):307-327

Reijnen, R., Foppen, R., and Meeuwsen, M. 1996. The effects of traffic on the density of breeding birds in dutch agricultural grasslands. *Biological Conservation* 75:255–260.

Rich, A. C., Dobkin, D. S., Niles, L. J. 1994. Defining forest fragmentation by corridor width: the influence of narrow forest-dividing corridors on forest-nesting birds in southern New Jersey. *Conservation Biology*.  
8: 1109-1121.

Rheindt, F. E. 2003. The impact of roads on birds: does song frequency play a role in determining susceptibility to noise pollution? *Ornithologie* 144: 295–306.

Rowcliffe, J. M., Field, J., Turvey, S. T. & Carbone, C. (2008) Estimating animal density using camera traps without the need for individual recognition. *Journal of Applied Ecology*, 45:1228-1236.

Rudolph, D. C., Burgdorf, S. J., Conner, R. N., and Schaefer, R. R. 1999. Preliminary evaluation of the impact of roads and associated vehicular traffic on snake populations in eastern Texas. In G. L. Evink, P. Garrett, and D. Ziegler, editors. *Proceedings of the Third International Conference on Wildlife Ecology and Transportation*, FL-ER-73-99. Florida Department of Transportation, Tallahassee, Florida, USA. [online]  
URL:<http://www.icoet.net/ICOWET/99proceedings.asp>.

Ruszczyk, A., De Araujo, M, A. 1992. Gradients in butterfly species diversity in an urban area in brazil. *Journal of the lepidopterists' society* 46 (4), 255-264.

Salmon, M. 2003. Artificial night lighting and sea turtles. *Biologist* 50: 163–68.

Seabrook, W. A. and Dettmann, E. B. 1996. Roads as activity corridors for cane toads in Australia. *Wildlife Management* 60:363-368.

Skidds, D. E., Golet, F. C., Paton, P. W. C., and Mitchell, J. C. 2007. Habitat correlates of reproductive effort in wood frogs and spotted salamanders in an urbanizing watershed. *Journal of Herpetology* 41:439-450.

Sullivan, B. K. 1981. Observed differences in body temperature and associated behaviour of four snake species. *Herpetology* 15:245-246.

Sullivan, B. K. 2000. Long-term shifts in snake populations: a California site revisited. *Biological Conservation* 94:321-325.

Schwartz, A., and Henderson, R, W. 1991. *Amphibians and reptiles of the West Indies: descriptions, distributions, and natural history*. Gainesville, FL: University of Florida Press.

Squires WA and Hanson HE. 1918. The destructi

Trenham, P. C., Koenig, W. D., Mossman, M. J., Stark, S. L., and Jagger, L. A. 2003. Regional dynamics of wetland-breeding frogs and toads: turnover and synchrony. *Ecological Applications* 13:1522-1532.

Thiel, R. P. 1985. Relationship between road densities and wolf habitat suitability in Wisconsin. *The American Midland Naturalist* 113:404-407.

Trombulak, S. C., and Frissell, C. A. 2000. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology* 14(1):18-30.

Verheijen, F. J. 1985. Photopollution: artificial light optic spatial control systems fail to cope with. Incidents, causations, remedies. *Exp Biol* 44: 1-18.



White, P. J. T., and Kerr, J. T. 2007. Human impacts on environment–diversity relationships: evidence for biotic homogenization from butterfly species richness patterns. *Global Ecology and Biogeography* 16: 290–299.

## **נספח מספר 1 – השפעת כבישים על בע"ח**

השפעות הכבישים על בעלי החיים כוללות השפעות ישירות והשפעות עקיפות. בין ההשפעות ניתן למצוא את צמצום בית הגידול, קיטועו ובידודו ( Askins, Philbrick, and Sugeno, 1987; Askins, 1994; Rich, Dobkin, and Niles, 1994; Seabrook and Dettmann, 1996; Parendes and Jones, 2000), פגיעה באיכותו של בית הגידול (Jackson, 1996; Trombulak and Frissell, 2000), הגברת ההסתברות לתמותה במהלך חציית הכביש (Gibeau and Heuer, 1996), שינוי מבנה דמוגרפי של האוכלוסייה (Gibeau and Heuer, 1996), הפרעה לתנועת בעלי החיים והתפשטותם במרחב, סחף גנטי, צמצום המגוון הביולוגי, חשיפת יתר לפעילות אתרופוגנית (Thiel, 1985; McLellan and Shackleton, 1988) ועד הכחדת אוכלוסיות שלמות ( Andrews, 1990; De Santo and Smith, 1993; Jackson, 2000; Trombulak and Frissell, 2000).

בעשור האחרון מספר המחקרים אשר בוחנים את השפעת הכבישים על אוכלוסיית בעלי חיים נמצא בעליה משמעותית וקיימות דוגמאות למכביר. Fahrigr and Rytwinski (2009) בחנו 79 מחקרים שפורסמו משנת 2000 בהם התייחסו להשפעות כבישים על 171 מינים שונים של בעלי חיים. מחקרים אלו מקיפים טקסונים שונים (חסרי חוליות, זוחלים, עופות ויונקים), רמות טרופיות שונות (הביבורים, קרניבורים, אומניבורים ואוכלי נבלות), בתי גידול שונים (יערות, בתי גידול לחים, אזורים עשבונים, שיחיות, בתות, חורשות ועוד) ויבשות שונות (צפון אמריקה, אירופה, אוסטרליה, אפריקה ואסיה).

נציגי בעלי החיים מכל הרמות הטרופיות נפגעים כתוצאה מפיתוח כבישים והפעילות התחברתית על הכבישים. הפגיעה היא ברמות שונות, במאפיינים שונים, בשעות שונות ובדרגות שונות. לדוגמה, ציפורי השיר השונות נפגעות מרעש הכבישים. פגיעה זו פוגמת בתקשורת תוך מינית ( Reijnen, Foppen, and Meeuwsen, 1996; Forman, Reineking, and Hersperger, 2002; Rheindt, 2003). לעיתים, משמשים הכבישים כמצע לויסות טמפרטורת חום גופם של נחשים שונים. פעמים רבות ניסיונות ויסות חום גוף אלו מסתיימים בדריסת הנחשים (Sullivan, 1981). בקנדה נמצא שקיימת קורלציה בין צפיפות רכבים לבין ירידה במספר קולות הדו חיים (Fahrigr et al., 1995). ישנם צבים אשר מטילים את ביציהם באזור הכבישים או בשוליהם (Gibbs and Shriver, 2002; Aresco, 2005). לדברי Land and lotz (1996) כ- 20% מאוכלוסיית פומת ההרים ( Puma

(concolor Meles) נפגעת כתוצאה מתאונות דרכים. אפילו מצבים בהם הוכחד מין ברמה המקומית מתועד בספרות. המין הנפגע במקרה זה היה גירית מצויה (Meles meles) אשר נכחד לחלוטין מדרום מערב אנגליה (Clarke, White and Harris, 1998).

ככלל, ניתן לומר שיונקים גדולים הנמצאים בראש פירמידת המזון רגישים יותר להשפעת הכבישים. השפעות אלו כוללות בין היתר שינוי במבנה הדמוגרפי של אוכלוסיות היונקים הגדולים והבינוניים. שינויים דמוגרפיים אילו פחות נצפו אצל יונקים קטנים יותר. בנוסף, בדרך כלל, למיני היונקים הגדולים כושר ניידות גבוהה המעלה את ההסתברות למפגש עם רכבים החולפים בכביש. פן אחר הוא קצב הריבוי של היונקים הגדולים והבינוניים. קצב ריבוי ויכולת גיוס צעירים של אוכלוסיות אלו נמוך יחסית. לכן, כל פגיעה בפרט השייך לאוכלוסייה היא בעלת משקל יחסי גבוה (Gibbs and Shriver, 2002).

לא כל בעלי החיים נפגעים בצורה דומה מנוכחותם של כבישים והרכבים הנעים עליהם (Jackson, 2000). לכבישים יכולה להיות השפעה חיובית על אוכלוסיות שונות. בכ-20% מהמחקרים אותם סרקו Fahrig and Rytwinski (2009) נמצאה השפעה חיובית של כבישים על אוכלוסיות שונות של בעלי חיים. מהמחקרים שהתפרסמו לא ניתן להקיש שטקסון מסוים מושפע חיובית וטקסון שני מושפע שלילית מהקרבה לכבישים או להיפך. על פי Luce and Crowe (2001) לכבישים השפעה נייטרלית על מגוון הסדרות המרכיבות את אוכלוסיית חסרי חוליות בסמוך לכבישים. אחת הסדרות המרכיבות את פרוקי הרגליים היא הפרפראים. לא פעם, קבוצה זו משמשת כביואינדיקטור אקולוגי יעיל וטוב. בחינת השפעת הכבישים על נציגי סדרת הפרפראים אינה קונסיסטנטית. White and Kerr (2007) מצאו השפעה שלילית על עושר מיני הפרפרים בעוד Munguira and Thomas (1992) לא מצאו כל השפעה של כבישים על נוכחות פרפרים. גם בעושר המינים הכללי של הנחשים קיימת מחלוקת. Rudolph et al. (1999) מצאו השפעה שלילית של הכבישים על עושר הנחשים בעוד Sullivan (2000) לא מצא השפעה חיובית או שלילית על מצאי עושר הנחשים. את המורכבות הרבה בקביעה חד משמעית של השפעת הכבישים על אוכלוסיות בעלי חיים ניתן לקבל ממקבץ המחקרים אשר נעשו בין השנים 2003 ל-2008. מחקרים אלו בדקו מהי ההשפעה של כבישים על צפרדע עצים מהמין *Rana sylvatica*. פורסמו חמישה מאמרים שונים אשר בחנו את הקשר בין מין צפרדע זה לבין כבישים. על פי Houlahan and Findlay (2003) קיימת השפעה שלילית של

כבישים על המין. על פי Skidds et al. (2004), Porej, Micacchion and Hetherington, (2007) al. (2007) ו- Eigenbrod, Hecnar and Fahrig (2008a) לא קיימת כלל השפעה על המין ועל פי Trenham et al. (2003) קיימת השפעה חיובית של הכבישים על המין. במחקרים שנעשו על עופות התמונה הרבה יותר ברורה. ברוב המחקרים כפי שמציינים Fahrig and Rytwinski (2009) נמצאה השפעה שלילית של הכביש על נציגי מחלקת העופות. אולם, גם תוצאה הפוכה מוכרת. לדוגמה, Peris and Pescador (2004) מצאו השפעה חיובית של כבישים על גבתון עפרוני (*Miliaria calandra*). גם Coleman and Fraser (1989) מצאו השפעה חיובית, אך במקרה שלהם מדובר על דורסי יום כדוגמת Turkey Vulture (*Cathartes aura*) ועוזניה שחורה (*Coragyps atratus*).

זאת ועוד, כבישים יכולים גם למשוך בעלי חיים לקרבתם. לדוגמה, מינים קרניבוריים הניזונים מפגרים של בעלי חיים (שועלים, תנים, עורבים וכדומה), יכולים למצוא בקרבת הכבישים או/ו על הכבישים מזון בשפע (Fahrig and Rytwinski, 2009). השפעה חיובית אחרת של כבישים על בעלי החיים יכולה לנבוע מהיותו של הכביש מחסום מ"סנן" לאוכלוסיות מסוימת של בעלי חיים. לדוגמה, כביש בו מעבר אקולוגי ארוך, חשך ונמוך יכול לאפשר מעברם של פרוקי רגליים אך לא מאפשר את מעברם של נציגי הרמות הטרופיות הגבוהות יותר המשמשים כטורפים של פרוקי הרגליים. במצב זה, מקנה המעבר הסלקטיבי יתרון אקולוגי ואבולוציוני לרמות הטרופיות המסוגלות לעבור בו (Kozakiewicz, 1993).

אך לא רק מרכיבי המערכת האקולוגית הטבעית נפגעים מפיתוחם המואץ של כבישים בכל העולם עקב גידול האוכלוסייה. גם הנהגים העושים שימוש בכבישים אלו יכולים להיפגע. רק בארה"ב מתרחשות מדי שנה כמיליון וחצי תאונות בין כלי רכב לבעלי חיים (בממוצע כ- 4,100 תאונות ביום) במהלך ניסיון חצייתם של האחרונים את מערכת הכבישים המסועפת הפזורה לאורכה ורוחבה של ארה"ב. בלא מעט מהמקרים תאונות אילו מסתיימות במוות כפול, גם של בעלי החיים וגם של בני האדם. הערכות מדברות שהנזק השנתי בארה"ב כתוצאה מתאונות אילו נאמד בכ- 6 ביליון דולר. גם הפגיעה במגוון הביולוגי משמעותית ביותר. הערכות מדברות על כמיליון בעלי חיים אשר מוצאים את מותם בכבישי ארה"ב מדי יום. נתון זה הופך את המוות בכבישים כתוצאה מפגיעת רכבים לגורם מספר אחד בצמצום המגוון הביולוגי (Lano, 1987; Hedlund et al., 2003; Cramer and Bissonette, 2009). יש לזכור שמספר

התאונות, מספר מקרי המוות, הנזק הכלכלי והפגיעה במגוון הביולוגי רק עולה משנה לשנה. עליה זו נובעת משני גורמים החוברים יחדיו. מצד אחד, האצת סלילת הכבישים לאור גידול האוכלוסייה וכמות הרכבים הגדלה ומצד שני צמצום, פגיעה וקיטוע של בתי הגידול הטבעיים. אי לכך, ההסתברות למפגשים בין כלי רכב לבעלי חיים הולכת וגדלה (Cramer and Bissonette, 2009). כיום, במרבית המדינות המפותחות, עת עורכים תכניות לפיתוח או שידרוג כביש חדש בוחנים את השפעת מרכיבי המערכת הטבעית על פעילותו התחבורתית העתידית של הכביש. צמצום אפשרויות המפגש בין בעלי חיים לרכבים על הכביש ובשוליו מהווה מטרה ברורה של מהנדסי הכבישים. חלק עיקרי של הבדיקות כולל הערכה ובחינה של תנועת בעלי החיים לאורכו ולרוחבו של הכביש החדש.

## **נספח מספר 2 – השפעת הבינוי על הצומח**

תודה לגב' חגית ענתר על האישור לשימוש במידע בנספח 2. תהליך העיור העולמי האינטנסיבי גורם לפגיעה והרס של המערכות האקולוגיות הטבעיות (Pavlovic-Muratspahic, Stankovic and Brankovic, 2010); פרבולוצקי ופולק, 2001). חלק מפגיעה והרס זה כולל את פעילות האדם בשטחי העיר. לפעילות זו השפעה על השטחים הפתוחים בקרבם. השפעה המתבטאת בשינויים החלים באופי בתי הגידול, במבנה ובהרכב חברת האורגניזמים באותם בתי גידול (Ruszczyk and De Araujo, 1992); Prodanovic, Jovanovic and Krivosej, 1996; Pavlovic-Muratspahic, Stankovic and Brankovic, 2010; בריקנר-בראון, 2008; פרבולוצקי ופולק, 2001; דנין, 1991; דנין, 1976). שינוי בהרכב, בעושר ומגוון המינים בשטחים הטבעיים מגביר את יכולת הפלישה של אוכלוסיית צמחים גרים. בין המינים הגרים נמנים המינים הרודרליים (Prodanovic, Jovanovic and Krivosej, 1996); דופור-דרור, 2009; פרבולוצקי ופולק, 2001). צמחים רודרליים נמנים עם קבוצת צמחים המכונים מלווי אדם. צמחים אלה קשורים לבתי גידול משובשים שנוצרו בהשפעת האדם. צמחייה זו מתפתחת באזורים עירוניים וכפריים או אזורים אחרים בהם ניכרת פעילות האדם, כשפכי חצץ וקרקע, צדי דרכים, מצבורי אשפה, נתיבי שפכים, חורבות נטושות, מרבצי צאן, שדות נטושים וליד ברזים דולפים (Prodanovic, Jovanovic and Krivosej, 1996; and Krivosej, 1996; פרבולוצקי ופולק, 2001; פינברון-דוּתן ודנין, 1998; דנין, 1991; עזריה, 1990; ויזל, פולק וכהן, 1985; דנין, 1976).

צמחים רודרליים קשורים לבתי גידול שניוניים, שנוצרו בהשפעת האדם (Pavlovic-Muratspahic, Stankovic and Krivosej, 1996); and Brankovic, 2010 פרבולוצקי ופולק, 2001; פינברון-דוּתן ודנין, 1998; דנין, 1991; ויזל וחוברין, 1985; דנין, 1976). בית גידול שניוני הוא בית גידול משובש ומופרע (פינברון-דוּתן ודנין, 1998; ויזל, פולק וכהן, 1985).

הפרעה מוגדרת כאירוע לא שגרתי ולא קבוע בהתרחשותו, הגורם לשיבוש תפקודי המערכת האקולוגית וגורם לפגיעה ביציבותה. הפרעה מביאה לידי דחיקה של חלק ממינים עד כדי הכחדתם ופחתת מרחב להתנחלות מחודשת (Pavlovic-Muratspahic, Stankovic and Krivosej, 1996); and Brankovic, 2010; דופור-דרור, 2009; בריקנר-בראון, 2008; שוסטר וכהן,

2005; פרבולוצקי ופולק, 2001; דנין, 1991; דנין, 1976). אירוע זה מביא לידי דחיקת מינים ופוחת מרחב להתנחלות מחודשת (דופור-דרור, 2009; שוסטר וכהן, 2005; פרבולוצקי ופולק, 2001). פינברון-דוּתן ודנין (1998) מדגישים כי, בית גידול מופרע הוא בית גידול שהמצב הראשוני של הקרקע הופר בו בצורה ניכרת. הקרקעות בבתי גידול מופרעים, שינו את מאפייניהן הפיזיים והכימיים, שינוי שלא הותיר כל דמיון בין סוג הקרקע ותשתיתה לזו קודמתה (Prodanovic, Jovanovic and Krivosej, 1996). בדרך-כלל קרקעות אלה עשירות בחנקן ובתרכובות אורגניות (ויזל, פולק וכהן, 1985). חנקן נאגר בקרקע בחומר האורגני ומשפיע על רמות הייצור של הצומח. מינים רוֹדְרְלִיִּים נמנים על אוכלוסיית צמחים חובבי קרקעות מאווררות ו/או עתירות חנקן. צמחים אלו ניחנו בכושר להשיג את מינרלי החנקן ולנצלם כדוגמת ברקן סורי, קורטם דק, ציפורני חתול מצויות ושלה ספרדי (פרבולוצקי ופולק, 2001).

הפרעת המצב הראשוני של הקרקע על ידי האדם הינה בעלת השפעה שלילית לתהליכים טבעיים. אם ההפרעה מתמשכת, היא עלולה לשנות את עושר המינים בה עד כדי הכחדה (Prodanovic, Jovanovic and Krivosej, 1996; פרבולוצקי ופולק, 2001). ההפרעה יוצרת תנאים זמניים שלצומח המקומי אין תשובה עליהם (דנין, 1991). אם כך, בתי גידול אלה מתאפיינים במיעוט או בהעדר תחרות על ידי צמחים מקומיים מותאמים, אך עם התפתחותן של חברות קיימא רוֹדְרְלִיִּות, עולה לחץ התחרות, עד שמינים לא מופרעים אלה, יגיעו לשיווי משקל חדש, בו שוררת יציבות בקרב חברת הצמחים הרוֹדְרְלִיִּים. צמחים רוֹדְרְלִיִּים יגיעו לשליטה היות ומהלך חייהם מותאם בצורה מרבית למחזוריות ההפרעה (Prodanovic, Jovanovic and Krivosej, 1996; פרבולוצקי ופולק, 2001; דנין, 1991; ויזל, פולק וכהן, 1985).

ההפרעה של תנאי גידול טבעיים על ידי האדם ויצירה של בתי גידול שניוניים היא תופעה עתיקה בתולדות האנושות (פינברון-דוּתן ודנין, 1998). פעילות האדם בשטחי העיר בעלת השפעה על השטחים הפתוחים בקרבתם, השפעה המתבטאת בשינויים החלים באופי בתי הגידול, במבנה ובהרכב חברת האורגניזמים באותם בתי גידול (Pavlovic-Muratspahic, Stankovic and Brankovic, 2010; Prodanovic, Jovanovic and Krivosej, 1996; Ruszczyk and De Araujo, 1992; אראוֹ-בראון, 2008; פרבולוצקי ופולק, 2001; דנין, 1991; דנין, 1976). לדוגמא, במחקר לבחינת השפעת התיישבות עירונית באפריקה נמצא כי זו משאירה טביעת רגל אקולוגית גסה בשטחה ומשפיעה על בתי גידול חדשים

שנוצרים, השפעה שיש בה איום על האקוסיסטמות (Clancy, 2008). השתלטות על שטחים טבעיים לשם פיתוח תשתיות ורשת דרכים הוא הגורם הראשון במעלה לאובדן בתי גידול ולפיצולם. פיצול בתי גידול יוצר שטחי חיץ המפרידים בין שטחים טבעיים (Ruszczyk and Prodanovic, Jovanovic and Krivosej, 1996; Natuhara, Imai and Takahashi, 1999; De Araujo, 1992; דופור-דרור, 2009; פרבולוצקי ופולק, 2001). פיתוח רשת דרכים הנלוות לפיתוח שטחים לצורכי התיישבות, גורם לשינוי בהרכב, בעושר ומגוון המינים בשטחים הטבעיים ומגביר את יכולת הפלישה של אוכלוסיית הצמחים הגרים. בין המינים הגרים נמנים המינים הרודרליים (Prodanovic, Jovanovic and Krivosej, 1996; דופור-דרור, 2009; פרבולוצקי ופולק, 2001). השפעה דומה יש לאורבניזציה על בעלי-חיים. במחקר ביפן נמצא כי עושר מיני הפרפרים ירד כתוצאה מקיטוע שטחים טבעיים והרחבת שטחים עירוניים (Natuhara, Imai and Takahashi, 1999). על פי בלייר (1996), ממצאים אלה זהים גם לגבי אוכלוסיית עופות בארצות הברית. עוד נמצא כי רמות מתונות של פיתוח יכולות להגדיל את הצפיפות הכוללת של מיני העופות אך להקטין את צפיפותם של המינים המקומיים. גידול בעושר העופות הינו תוצאה של מינים נפוצים על חשבון מינים מקומיים.

זאת ועוד, צדי הדרכים הראשיות מנוהלים על ידי ריסוס בחומרים מעכבי נביטה. הריסוס מיועד למנוע התפתחות של צמחים חד שנתיים חורפיים. לצמחים אלו מחזור חיים קצר וכבר באביב הראשון הם מתייבשים לאחר שסיימו את מחזור חייהם. שאריות יבשות אלו עלולות להידלק במהלך האביב והקיץ ולהבעיר אש בשדות הסמוכים. בתי גידול אלה, מתאכלסים עד מהרה בצמחים גרים (פינברון-דוּתן ודנין, 1998; דנין, 1991). כתוצאה מכך נוצרים 'מסדרונות' חדשים שדרכם יכולים המינים הרודרליים, לחדור ולהתפשט לכל חלקי הארץ. מיני קייצת, מיני ירבוז, טיון דביק ושיטה כחלחלה מהווים מרכיב של צמחיית צדי הדרכים (דופור-דרור, 2009; פינברון-דוּתן ודנין, 1998; דנין, 1991; דנין 1976). בנוסף, עבודות חציבה גדולות חושפות בצדי הדרכים ובשטחים שהוכנו לבניית בתים או יישובים, סלעים גרוסים או תשתית חצצית דלה בקרקע ובחומרים מזינים. תשתית זו הנעדרת בתחילה צמחים, הופכת עד מהרה לבית גידול לצמחים בעלי התאמות המאפשרות התמודדות עם תנאי חוסר של חומרי הזנה. דבר זה מאפשר למינים גרים ומתנחלים כמו מיני הקייצת, לפתח התאמות לתנאים אלו ולהתבסס (פינברון-דוּתן ודנין, 1998). לדוגמא, באזור Kosovska Mitrovica וסביבתה (בקוסובו), נחשפו 386 מינים ותתי מינים של צמחים



רודרליים, בעשרים ושמונה בתי גידול: דרכים ושבילים, ערימות אשפה, גדות נהר, אזורי מרעה מוזנחים, אדמת טרשים, בתי קברות ועוד. למרות כי לא כל המינים שנאספו הם רודרליים, תדירותם הגבוהה הצביעה על היותם מיוחסים לבתי גידול שניוניים (Prodanovic, Jovanovic and Krivosej, 1996). גם בשטחי העיר Kragujevac (בסרביה), נמצאו 185 סוגים רודרליים מסך 450 המינים בעיר אשר כללו גם צמחיה מתורבתת. מרבית המינים מקבוצת הצמחים הרודרליים שנמצאו בשטחי העיר, הינם עשבוניים אשר מותאמים היטב לתנאי סביבה אנתרופוגניים משתנים (Pavlovic-Muratspahic, Stankovic and Brankovic, 2010). רעייה גם היא הפרעה הפועלת כגורם המשפיע על עושר, מגוון והרכב המינים בחברת צמחים (שוסטר וכהן, 2005). לחצי רעייה שונים בעלי השפעה שונה על המערכת האקולוגית. בין השפעותיה החיוביות: רעייה מתונה תורמת ליצירת מגוון ועושר מינים גבוה, בשיויוניות רבה בין המינים על ידי צמצום מינים שליטים והורדת תחרות (אשכנזי, 2004; פרבולוצקי ופולק, 2001). מנגד, ניתן למנות גם השפעות שליליות: תוספת חומר אורגני לשטח בפיוור לא אחיד, כתוצאה משינוי מאזן הנוטריינטים על ידי העשרת הקרקע בגללים ובשתן. כתוצאה מכך, קיימת סכנה לנביטת צמחים שאינם שייכים למערכת האקולוגית, לחדירת צמחים גרים או להשתלטות מינים רודרליים (אשכנזי, 2004).

צמחים רודרליים הם בעלי מגוון רחב של התאמות לתנאים הנוצרים בבתי גידול שניוניים (Frenkel, 1977; Prodanovic, Jovanovic and Krivosej, 1996; Pavlovic-; Muratspahic, Stankovic and Brankovic, 2010; פרבולוצקי ופולק, 2001; פינברון-דותן ודנין, 1998; דנין, 1991). התאמות אלו בקרב אוכלוסיית הצמחים הרודרליים, מקנה יתרון אקולוגי ובכך דוחקת את הצמחייה הטבעית המקומית אשר מותאמת פחות לתנאים החדשים השוררים בבית הגידול השנוני (Frenkel, 1977).

מרבית המינים הרודרליים הם בעלי צורת חיים עשבונית, מינים קטני ממדים, שמהלך חייהם חד מחזורי. מינים אלה מקצים את עיקר המשאבים לרבייה: הם גדלים בקצב מהיר ומעמידים מספר רב של צאצאים (Frenkel, 1977; Pavlovic-; Muratspahic, Stankovic and Brankovic, 2010; פרבולוצקי ופולק, 2001; דנין, 1976). עקרון המרת משאבים הוא אסטרטגיה אדפטיבית לסביבה. עקרון זה קשור למועדי הרבייה של הצמח כאמצעי להגדלה מרבית של כשירותו באמצעות העמדת צאצאים (פרבולוצקי ופולק, 2001).

בספרות המקצועית קיימים שני מודלים של אסטרטגיות הקצאת משאבים לרבייה ברמת הפרט וברמת האוכלוסייה. על פי שני המודלים, של מק-ארתור ווילסון (בתוך: שוסטר, 2003; פרבולוצקי ופולק, 2001), וגריים (בתוך: שוסטר, 2003; פרבולוצקי ופולק, 2001), המינים הרודרליים הותאמו לסביבת חיים לא קבועה ובלתי חזויה, שבה גידול האוכלוסייה מהיר ומתרחש ללא תחרות רבה. אסטרטגיה זו אופיינית למינים קטני ממדים שתוחלת חייהם קצרה. מינים שמשקיעים ברבייה. הם בעלי שיעור גידול גבוה ויבול זרעים גבוה בעונת רבייה אחת ולכן נחשבים מתנחלים יעילים. מינים שסביבת חייהם הינה סביבה בעלת צפיפות נמוכה במצב של חוסר שיווי משקל הנתונה להפרעות רבות. הם גדלים בבתי גידול עשירים במשאבים. נוכחותם של משאבים אלו זמניים היות והם נתונים להפרעות בתכיפות. סביבה המאופיינת בשינויים רבים ותכופים המכתיבים שיעורי תמותה גבוהים, התלויים בגורמי הסביבה האביוטיים (Frenkel, 1977; פרבולוצקי ופולק, 2001; דנין, 1976).

אירועי רבייה בצמחים מוליכים ליצירת מאגר זרעים. חלק מהזרעים מגויסים לנביטה וחלק אחר נמצא בתרדמה (פרבולוצקי ופולק, 2001). זרעים רודרליים רבים נתונים למצבי תרדמת. יבול זרעים של שנה נתונה לא נובט באופן מדי אלא בחלוף עונה או כמה עונות. מצב זה מאפשר למינים אלו ליצור בנק זרעים (Frenkel, 1977). לבנק זרעים חשיבות למהלך חייהם של צמחים. מאגר זרעים הוא תרומה מצטברת לאורך שנים רבות (פרבולוצקי ופולק, 2001). יכולתם של הזרעים לנבוט גם לאחר מספר שנים ממועד ההפצה, מגדיל את הסיכוי לייסוד של אוכלוסיות מינים אלו לאורך תקופות זמן ארוכות. לזרעים השומרים על חיוניות במשך זמן רב, יתרון אקולוגי ואבולוציוני כאשר התנאים משתנים על ידי הפרעות שונות. המכניזם המעורב בתרדמת מורכב ומוכן רק מעט. שחרור מתרדמת יכול להתחיל באורור פתאומי כשהאדמה מתעוררת או על ידי שנויים מהירים בטמפרטורה כמו במקרה של כוכבנית מצויה, שנויים בלחות כמו במקרה של הדגניים או על ידי גירוי של אור (Frenkel, 1977). בלא מעט מקרים, השינויים שתוארו מתרחשים כתוצאה מפגיעה בקרקע ויצירת בית גידול שניוני.

ייצור הזרע הוא שלב קריטי בחייו של הצמח והכרחי להשרדותו (Frenkel, 1977). גם תהליך הפצת זרעים הינו מרכזי בביווגיית הרבייה של הצמחים. הפצת זרעים משמעה הינתקותה של יחידת ההפצה מן הצמח ההורה והתרחקותה ממנו. האו וסמולוד (בתוך: פרבולוצקי ופולק, 2001), מציגים את היפותזת ההתנחלות המאפשרת ניצול של בתי גידול המשתנים בהתמדה

ומאפשרת לזרעים לנצל הזדמנויות אכלוס חדשות הנוצרות עקב הפרעות מקומיות. להפצה השפעה רבה על גודלן של האוכלוסיות, על צפיפותן ועל דגמי הפיזור שלהן. מודל הפצה של כיבוש והתנחלות בשטחים חדשים, הרחק מאוכלוסיית ההורים, מבטיח את מימוש פוטנציאל ההתרבות בצמח (פרבולוצקי ופולק, 2001).

זרעים של צמחים נפוצים בדרכים שונות. יש צמחים המסוגלים להפיץ את זרעיהם בכוחות עצמם ויש הנעזרים במנגנונים שונים כבעלי חיים, זרמי מים ורוח (פרבולוצקי ופולק, 2001). לדוגמא, צמח יחיד של קייצת מסולסלת מסוגל במשך מחזור חיים הנע על פני חודשיים עד שלושה חודשים, לייצר בין 7,500 ל-25,000 זרעונים קלים המופצים ברוח (דנין, 1976). בנוסף, הצמחים הרודרליים ניחנו במערכות פיזור כפולות להפצת זרעים, מערכות המעניקות להם יתרונות על פני צמחים טבעיים. האחת טופוכוריה, מערכת פיזור קצרת טווח. מערכת זו מבטיחה מיסוד מקומי של הצמח, במקום גדילתו של הצמח ההורה. בנוסף, היא יוצרת אוכלוסיות צפופות המגדילות את סיכוייה של הפריה זרה ומונעת איבוד מיותר של זרעים. השניה, טלכוריה, מערכת פיזור לטווח ארוך שעוזרת למיסוד של הצמח במרחקים גדולים יותר (Frenkel, 1977; פרבולוצקי ופולק, 2001).

קיימות מספר חברות צמחים רודרליים, הגדולה ביותר, בה עושר המינים רב, נפוצה בעיקר בצדי דרכים. חברה זו מאופיינת בצמחיה שלטת בהתאם לעונות השנה: בחורף שולטים בה חלמית מצויה, מקור חסידה מצוי ושעורת העכבר. בקיץ בולטים בה צמחי לפתית מצויה וקרדה מכסיפה. חברה נוספת מצויה במקומות של מצבורי אשפה, חצרות עזובות וחורבות, בין מרכיבי החברה חלמית מצויה, חרצית עטורה, סרפד צורב וסרפד הכדורים, צמחים אוהבי חנקות. עוד קיימת חברה המופיעה על מפולות קרקע, שפכי קרקע או מעזבות, חברה שהטיון הדביק מהווה עבורה חברת חלוץ. בין הצמחים השייכים לחברה זו ניתן למצוא ירבוז שרוע, ירוקת החמור, מרור הגינה, טבק השיח, חסת המצפן ומעוג כרתי. בנוסף, ישנה חברה רודרלית של צמחי סלעים. בין הצמחים המופיעים בחברה זו נמצא את כלתית יהודה, שכרון זהוב וצלף קוצני (ויזל, פולק וכהן, 1985).

## **נספח מספר 3 – זיהום תאורה**

זיהום תאורה (Light Pollution) הינו מושג אשר נכנס למודעות הציבורית יחסית מאוחר בהשוואה לשאר מזהמי הסביבה המוכרים. רק בשנת 2002 היתה צ'כיה למדינה הראשונה בעולם שחוקקה חוקים לצמצום זיהום האור (Longcore and Catherine, 2004). אמנם, Verheijen (1985) היה בין הראשונים שקיבע את המושג "פוטופולושיין" (Photopollution) כאור מלאכותי המשפיע על פעילותם של היצורים החיים, אך כיום מקובל להשתמש במושג Light Pollution – זיהום תאורה (Longcore and Catherine, 2004).

בהתייחסותנו לזיהום אור, הכוונה לעודף אור בשמי הלילה כתוצאה מפעילות אנתרופוגנית הגורמת למיסוך תאורת גרמי השמיים הטבעית ("זיהום אטמוספרי"). תופעה זו היא רחבת היקף, כלל עולמית אך נפוצה בעיקר בעולם המערבי (Elvidge et al. 1997). התופעה נוצרת כתוצאה משימוש בלתי מבוקר של תאורות מסוגים שונים ובגבהים משונים. לא רק התאורה כלפי גרמי השמיים גורמת לזיהום תאורה, אלא גם החזר התאורה ("Sky Glow") גורם לזיהום (Longcore and Catherine, 2004). מקורות זיהום התאורה מגוונים: תאורה מבתים פרטיים, תאורה ממבנה ציבור (משרדים, מגדלי תקשורת, אנטנות ובנייני דירות), תאורת כבישים, תאורת אוניות, תאורת רכבים, תאורה של מגדלים תקשורת ועוד (Longcore and Catherine, 2004).

לזיהום האור השפעות ישירות השפעות כרוניות והשפעות זמניות על מגוון היצורים החיים. לכן, טווח ההשפעה של זיהום האור הוא רב ויכולתנו להבין את היקפה מוגבל (Longcore and Catherine, 2004). ההשפעות האקולוגיות כתוצאה מזיהום תאורה רבות ומגוונות. התמצאות/חוסר התמצאות, משיכה/דחייה, תקשורת, יחסי גומלין, דמוגרפיה, שינויים פיסיוולוגיים ועוד הם חלק מהשפעות זיהום התאורה על היצורים החיים (Schwartz and Henderson, 1991; Longcore and Catherine, 2004).

זיהום אור גורם לשינוי דפוסי התנהגות בקרב יצורים אשר עיקר פעילותם יומית. לדוגמה Schwartz and Henderson (1991) מתארים את שינוי דפוסי ההתנהגות של זוחלים ועופות יומיים אשר החלו לשחרר למזון בשעות הלילה סביב הילות התאורה. שינוי זה גורם בצורה ישירה לפגיעה במאזן האקולוגי ולהגברת לחץ הטריפה והדחיקה התחרותית על מגוון ועושר מינים הפעילים בלילה אשר בעבר היו פעילי לילה ולא היו חשופים ללחץ הטריפה של מיני הזוחלים והעופות

פעילי היום. לחץ זה יכול לגרום בקלות לצמצום גודל האוכלוסייה, שינוי דמוגרפי באוכלוסייה ואפילו הכחדה של מגוון רחב של מינים ליליים כדוגמת מיני חרקים רבים הפעילים בלילה (Frank, 1988). (Arlettaz, Godat, and Meyer, 2000) מצאו השפעה על ריטמוס פעולת של מיני עטלפים (עטלפון האירופי ופרסף גמדי) בעמק Val de Bagnes, שוויץ כתוצאה מזיהום תאורה. אוכלוסיית הראשון גדלה ואוכלוסיית השניה קטנה כתוצאה מרישות העמק בעמודי תאורה. דוגמאות נוספות לשינויים התנהגותיים כתוצאה מזיהום תאורה נמצאו במחקרם של Bergen and Abs (1997). במחקרם נמצא שינוי במועד שירת החיזור של הזכרים במין Mimus polyglottos Salmon (2003) מצאו השפעה של זיהום התאורה על יכולת התמצאותם המרחבית של צבות הים הבאות להטיל חופי ארה"ב. לאותם יצורים הנודדים בלילה וגרמי השמיים הליליים משמשים להם כמפת נדידה, זיהום האור, פוגע ביכולת הניווט שלהם. פגיעה בכושר הניווט גורם לא פעם לסטייה ממסלול נדידתם ולמוות. בין היתר מדובר על התקלות במבנים רבי קומות מוארים. הסיבה לפגיעת העופות במגדלים אינה ברורה לחלוטין. הערכות מדברות שאורות אלו יוצרים אשליה של כוכבים דבר אשר גורם לחוסר התמצאות מרחבית. על פי המידע הנאסף, רק בארה"ב מדובר על מוות של למעלה מ- 5 מיליון פרטים בשנה כתוצאה מפגיעה במגדלים רבי קומות. הערכות מדברות על כ- 50 מיליון פרטים אשר מתים סך הכל כתוצאה מזיהום אור, רק בארה"ב (Ogden, 1996). לא רק בעלי חוליות נפגעים. פעילותם של הגחליליות נפגעת כתוצאה מזיהום אור. לא רק בחו"ל. גם בארץ, נפגעה, כנראה, פעילותם של הגחליליות כתוצאה מזיהום תאורה. הגחליליות אשר מתבססות על תקשורת ויזואלית כתוצאה מיצירת או אור באיברים מיוחדים, לא מסוגלות להתגבר על עוצמות האור המלאכותי (מידע אישי).