



מרכז רן נאור לחקר הבטיחות בדרכים
The Ran Naor Road Safety Research center



המכון לחקר התחבורה
הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל
Technion - Israel Institute of Technology
Transportation Research Institute

הערכת יעילות ותרומה בטיחותית של פרויקט מוקדי סיכון

הוכן ע"י:

ד"ר ויקטוריה גיטלמן

אינג' רובי כרמל

גב' פאני פיסחוב

פרופ' שלום הקרט

דו"ח מחקר מס' S/46/2013

עבור: נתיבי ישראל - החברה הלאומית לתשתיות
תחבורה בע"מ



ינואר 2013

תיעוד / תעודת זהות של הפרויקט

מס' הדו"ח :		
שם הדו"ח : הערכת יעילות ותרומה בטיחותית של פרויקט מוקדי סיכון	תאריך הגשת הדו"ח : ינואר 2013	
שם המחברים : גיטלמן ו., כרמל ר., פיסחוב פ., הקרט ש.	מספור הדו"ח של גוף מבצע העבודה: S/46/2013	
שם הגוף המבצע וכתובתו : מרכז רן נאור לחקר הבטיחות בדרכים	מספר החוזה : 4500052821	
סוג הדו"ח והתקופה אליה הוא מתייחס: דו"ח מדעי, 2012-2013		
הערות נוספות:		
<p align="right">תקציר :</p> <p align="right">1. מטרות :</p> <p>בשנים 2007-2009, במסגרת פרויקט מוקדי סיכון, החברה הלאומית לתשתיות ותחבורה ביצעה שיפורים רבים בתשתיות בדרכים הלא עירוניות. במחקר זה נבחנה יעילות ותרומה בטיחותית של השיפורים בתשתית שבוצעו בדרכים הלא עירוניות בשנים אלה.</p> <p align="right">2. ממצאים :</p> <p>על סמך מקורות המידע שהתקבלו מהמזמין הוקם בסיס הנתונים של המחקר בו הצטבר מידע על כ-150 צמתים/מחלפים וכ-50 קטעי דרך שטופלו בין השנים 2007-2009. בעקבות טיוב, השלמות הנתונים וסיווגם, נקבע כי בחינת השינויים בתאונות בעקבות השיפורים בתשתית תתייחס ל-34 סוגים של שיפורי תשתית שבוצעו ב-148 אתרים, וביניהם: 13 סוגים של שיפורי תשתית בקטעי דרכים שנערכו ב-41 אתרים; 15 סוגי שיפורים בצמתים שנערכו ב-97 אתרים; 6 סוגי שיפורים במחלפים שנערכו ב-10 אתרים.</p> <p>לכל סוג שיפור בתשתית הוערך אחוז שינוי בתאונות באתרי הטיפול בתקופת "אחרי" לעומת "לפני" הטיפול, בניכוי השינויים בקבוצת ביקורת. השינויים בתאונות באתרים שעברו טיפול דומה שוקללו לערך מסכם - מדד האפקטיביות, כאשר לערך הממוצע של המדד חושו גם גבולות רווח הסמך.</p> <p>בעקבות בחינת מובהקות הערכים שהתקבלו בהערכות הבטיחות והשוואתם לניסיון הבינלאומי, מקדמי ירידה בתאונות התקבלו במחקר זה עבור סה"כ 19 סוגים של שיפורי תשתית, מתוכם 10 סוגי שיפורים בקטעי דרכים, 6 בצמתים ו-3 במחלפים.</p> <p>לכל אתר טיפול הקשור לשיפור בתשתית שעברו התקבל ערך מובהק של מקדם ירידה בתאונות, חושב אומדן ממוצע של מספר התאונות שנחסך, מדי שנה, בעקבות הטיפול. לפי הערכה זו, תוכנית הטיפול במוקדי הסיכון התקשרה עם חיסכון שנתי ממוצע של 224 תאונות עם נפגעים ו-531 תאונות בכלל (ת"ד + כללי עם נפגעים), כאשר ערכן הכלכלי של תאונות אלה מגיע ל-41 ו-97 מיליון ₪, בהתאמה. אומדני חיסכון אלה לא כוללים שינויים בתאונות ביתר האתרים שעבורם לא קיימת ודאות לגבי אפקט הטיפול.</p> <p align="right">3. מסקנות :</p> <p>ממצאי המחקר ממחישים את החיסכון המושג בתאונות בעקבות שיפורי התשתית שבוצעו במסגרת פרויקט מוקדי הסיכון. אם זאת, לא לכל סוגי השיפורים התקבלו הוכחות יעילות בטיחותית.</p>		
מילות מפתח : מוקד סיכון, שיפור תשתית, הערכה בטיחותית, תאונות דרכים, מקדם ירידה בתאונות		
סוג תפוצה (של הדו"ח):	סוג תפוצה (של עמוד זה):	מס' עמודים : 104

זכויות יוצרים והסרת אחריות

א. כללי

האמור בסעיפים ב' ו'ג' שלהלן מתייחס אך ורק לכל משתמש ו/או צד ג' – למעט צוות המחקר ו/או מוסד הטכניון למחקר ופיתוח, אשר ביחס אליהם יחול האמור בהסכם שבינם ובין מעצ החברה הלאומית לדרכים בישראל בע"מ.

ב. זכויות יוצרים

1. זכויות היוצרים בדו"ח זה שייכות באופן בלעדי לחברה הלאומית לדרכים בישראל בע"מ (להלן: "החברה"). למען הסר כל ספק, זכויות יוצרים אלו חולשות, בין השאר, על ניסוח, עימוד, עריכה, תמליל, תמונות, איורים, שרטוטים, מפות, גרפיקה וכל מידע אחר הכלול בדו"ח זה.
2. אין לבצע שום שינוי או עיבוד בדו"ח זה, אין לשעתק את כולו או חלקו ואין לשלבו בשום מאגר מידע אחר לרבות שילובו מכל סיבה שהיא באתרי אינטרנט, בחומר מודפס, מאמרים, הוראות שימוש ומפרטים שאינם של החברה ושאינם מיועדים לשימוש עבור מיזמים של החברה. כמו כן, אין להעתיק, להפיץ, לשדר או לפרסם את הדו"ח, כולו או חלקו, להשכירו או לסחור בו בכל דרך. כל זאת כאמור למעט, אם ניתן לכך אישור, מראש ובכתב, מאת החברה.

ג. הגבלת אחריות

בשום מקרה לא תחול על החברה אחריות בגין כל נזק ישיר או עקיף העלול להיגרם למשתמש ו/או לצד ג' כלשהו עקב השימוש בדו"ח זה וכולל, בין היתר אך מבלי לגרוע מן האמור, נזק מקרי, מיוחד או תוצאתי, או כל נזק אחר מכל סוג ומין; לרבות אך ללא הגבלה, כל נזק כספי או נזקי לגופו או לרכושו של המשתמש ו/או של צד ג', הנובעים או קשורים בכל דרך שהיא לשימוש בדו"ח זה.

ד. שונות

תוכנו של דו"ח זה משקף את דעות מחבריו בלבד בדבר העובדות הנתונים הממצאים המסקנות והלקחים המובאים בו.

תוכן הדו"ח איננו משקף בהכרח את ההשקפות או המדיניות הרשמית של החברה. אין לראות בדו"ח זה כשלעצמו תקן, מפרט או הנחייה מחייבת.

הדו"ח אינו מיועד לצרכי מכרז ואין לראות בו אישור למוצר או טכנולוגיה מכל סוג שהוא. אין לראות בדו"ח זה עידוד או פרסומת לרכישת מוצר או טכנולוגיה מכל סוג שהוא. אזכורם של שמות יצרנים/ספקים/קבלנים בדו"ח זה נעשה ממניע חיוניות לתוכן הדו"ח בלבד.

תוכן עניינים

7	..... תקציר מנהלים
11	..... 1. מבוא
11	..... 1.1. רקע ונושא המחקר
13	..... 1.2. הקמת בסיס הנתונים של המחקר
15	..... 1.3. זיהוי סוגי טיפולים - שיפורי תשתית שניתנים להערכה בטיחותית
20	..... 2. עיקרי השיטה להערכת אפקטיביות של שיפורי תשתית
25	..... 3. ממצאים מהערכות יעילות של שיפורי תשתית שונים
25	..... 3.1. שיפורי תשתית בקטעי דרכים
40	..... 3.2. שיפורי תשתית בצמתים
53	..... 3.3. שיפורי תשתית במחלפים
58	..... 4. הערכות מסכמות ליעילות אמצעי התשתית
58	..... 4.1. סיכום לממצאי ההערכות המפורטות
65	..... 4.2. השוואה עם ממצאי הספרות
74	..... 4.3. הערכת מספרי התאונות שנחסכו בעקבות הטיפולים בתשתית
79	..... 5. מסקנות המחקר
83	..... מראי מקום
	..... נספח א': בחינת שינויים בתאונות בעקבות שיפורי תשתית בצמתים, לעומת קבוצת ביקורת
84	..... נוספת - כלל הצמתים הלא עירוניים
	..... נספח ב': הערכת מספרי התאונות שנחסכו, מדי שנה, בעקבות שיפורי תשתית שמזוהים עם
89	..... ירידה מובהקת בתאונות

רשימת טבלאות

17	טבלה 1.1. סוגי שיפורים בתשתית הניתנים להערכה בקטעי דרכים
18	טבלה 1.2. סוגי שיפורים בתשתית הניתנים להערכה בצמתים
19	טבלה 1.3. סוגי שיפורים בתשתית שניתנים להערכה במחלפים
25	טבלה 3.1. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 1 - הסדרת עקומה בקטע דרך חד-מסלולית
27	טבלה 3.2. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 2 - הרחבת קטע דרך חד-מסלולית לדו-מסלולית
27	טבלה 3.3. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 3 - התקנת מעקה מפרדה, הסדרת מדרכות
28	טבלה 3.4. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 4 - ריבוד, שיפורים גיאומטריים בקטע, ליד אזור עסקים
29	טבלה 3.5. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 5 - בניית הפרדה (הפיכה לדו מסלולי) בשטח עירוני
31	טבלה 3.6. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 6 - התקנת מעקות - הקמת הפרדה קשיחה
33	טבלה 3.7. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 7 - טיפול משולב: מעקות, סימון מיסעה/תמרור
35	טבלה 3.8. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 8 - טיפול משולב: ריבוד, סימון מיסעה, טיפול במעקות
36	טבלה 3.9. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 9 - טיפול משולב: טיפול במעקות, ריבוד, שוליים
37	טבלה 3.10. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 10 - טיפול משולב: שילוט, עבודות מיסעה, שוליים
38	טבלה 3.11. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 11 - טיפול משולב: ריבוד, התקנת סופגי אנרגיה, טיפול במעקות
39	טבלה 3.12. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 12 - טיפולי מיסעה, סימון, עיני חתול
39	טבלה 3.13. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 13 - שיפורי תמרור
41	טבלה 3.14. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 1 בצמתים - הקמת מעגל תנועה בצומת לא מרומזר
42	טבלה 3.15. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 2 בצמתים - רימזור צומת
45	טבלה 3.16. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 3 בצמתים - הסדרת צומת
46	טבלה 3.17. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 4 בצמתים - תמרור צומת
47	טבלה 3.18. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 5 בצמתים - החלפת עדשות בלדים
48	טבלה 3.19. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 6 בצמתים - ריבוד צומת והחלפת עדשות בלדים
48	טבלה 3.20. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 7 בצמתים - ריבוד צומת, טיפול במעקות בטיחות
49	טבלה 3.21. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 8 בצמתים - טיפול בשוליים והחלפת עדשות בלדים
49	טבלה 3.22. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 9 בצמתים - שינוי תוכנית רמזור
50	טבלה 3.23. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 10 בצמתים - הסדרת מדרכות, שילוט
50	טבלה 3.24. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 11 בצמתים - הרחבת צומת לא מרומזר
51	טבלה 3.25. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 12 בצמתים - טיפול במעקות באזור הצומת
52	טבלה 3.26. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 13 בצמתים - טיפולי מיסעה
52	טבלה 3.27. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 14 בצמתים - הוספת גדר הולכי רגל
53	טבלה 3.28. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 15 בצמתים - הסדרה ליד מעגל תנועה
55	טבלה 3.29. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 3 במחלפים - הקמת מעגלי תנועה במחלף
56	טבלה 3.30. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 4 במחלפים - טיפול במעקות
57	טבלה 3.31. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 6 במחלפים - ריבוד רמפות
60	טבלה 4.1. סיכום לממצאי הערכות של שיפורי תשתית בקטעי דרכים, שהתקבלו במחקר הנוכחי

- 63 טבלה 4.2. סיכום לממצאי הערכות של שיפורי תשתית בצמתים (לעומת קבוצת ביקורת: צמתים מרומזרים או לא מרומזרים)
- 64 טבלה 4.3. סיכום לממצאי הערכות של שיפורי תשתית בצמתים (לעומת קבוצת ביקורת נוספת - כלל הצמתים הלא עירוניים)
- 65 טבלה 4.4. סיכום לממצאי הערכות של שיפורי תשתית במחלפים
- 69 טבלה 4.5. אומדני שינוי בתאונות, בעקבות שיפורי תשתית בקטעי דרכים, במחקר הנוכחי, ובעקבות שיפורי תשתית דומים שנבחנו במחקרים אחרים בארץ ובחו"ל
- 72 טבלה 4.6. אומדני שינוי בתאונות, בעקבות שיפורי תשתית בצמתים, במחקר הנוכחי, ובעקבות שיפורי תשתית דומים שנבחנו במחקרים אחרים בארץ ובחו"ל
- 74 טבלה 4.7. אומדני שינוי בתאונות, בעקבות שיפורי תשתית במחלפים, במחקר הנוכחי, ובעקבות שיפורי תשתית דומים שנבחנו במחקרים אחרים בארץ ובחו"ל
- 75 טבלה 4.8. ערכים מסכמים של מקדמי ירידה בתאונות - אומדני יעילות בטיחותית של שיפורי תשתית בדרכים הלא עירוניות, שהתקבלו במחקר הנוכחי
- 78 טבלה 4.9. מספרי התאונות שנחסכו, מדי שנה, בעקבות שיפורי תשתית בדרכים הלא עירוניות שנבחנו במחקר הנוכחי ואשר מזהים עם מקדמי ירידה בתאונות

תקציר מנהלים

1. תיאור המחקר

בשנים 2007-2009, במסגרת פרויקט מוקדי סיכון, החברה הלאומית לתשתיות תחבורה ביצעה שיפורים רבים בתשתיות בדרכים הלא עירוניות. מטרת שיפורי התשתית הינה בשיפור רמת הבטיחות של אתרי הטיפול - ירידה בשכיחות ו/או חומרת התאונות. במחקר זה נבחנה יעילות ותרומה בטיחותית של פרויקט מוקדי הסיכון - השיפורים בתשתית שבוצעו בדרכים הלא עירוניות בשנים 2007-2009.

בביצוע המחקר היו מספר שלבים. השלב הראשון הוקדש לאיסוף והסדרת מידע על שיפורי התשתית שבוצעו בשנים 2007-2009. על סמך מקורות המידע שהתקבלו מהמזמין - רשימות טיפול במוקדי סיכון, לפי שנים, והדיווחים השונים, הוקם מאגר הנתונים של המחקר. במאגר הנתונים נערכה הצלבה של המידע שהגיע מהמקורות השונים, על מנת לקבוע, לגבי כל פרויקט שבוצע בשטח, פרטים אלה: מיקום האתר שטופל, סוגי השיפורים בתשתית שיושמו ותקופת ביצוע הפרויקט בשטח.

בשלב השני למחקר נערך טיוב והשלמת מידע לקראת הניתוח. בהתבסס על המידע שהצטבר בבסיס הנתונים של המחקר בוצעו בדיקות, השלמות וסיווגים של השיפורים בתשתית ואתרי הטיפול על מנת לקבוע סוגים של שיפורי תשתית המתאימים להערכה הבטיחותית. לכל סוג שיפור הוגדרה רשימת האתרים שטופלו באופן זה המהווים את קבוצת הטיפול, האתרים שישמשו כקבוצת ביקורת, סוגי התאונות שייבחנו ותקופות הניתוח.

בהמשך, נערך ניתוח נתוני התאונות - בחינת השינויים בתאונות באתרי הטיפול לעומת אתרי הביקורת, בתקופת אחרי לעומת לפני הטיפול, לרבות הכללת הממצאים על פני מספר אתרים, במטרה לאמוד את שיעורי השינוי בתאונות בעקבות סוגי הטיפולים השונים שבוצעו בשטח.

לכל סוג טיפול (שיפור בתשתית) התקבל אחוז שינוי בתאונות באתרי הטיפול בתקופת "אחרי" לעומת "לפני" הטיפול, בניכוי השינויים בקבוצת ביקורת. השינויים בתאונות שנצפו באתרים השונים שעברו טיפול דומה שוקללו לערך מסכם - מדד האפקטיביות, לפי סוג הטיפול, כאשר לערך הממוצע של המדד חושבו גם גבולות רווח הסמך (ברמת מובהקות 0.05). השינויים בתאונות נבחנו עבור סך התאונות עם נפגעים, התאונות החמורות וכלל התאונות (ת"ד + "כללי עם נפגעים") וגם, עבור סוגים נוספים של תאונות המטרה בהתאם למהות השינוי בתשתית. מדד האפקטיביות שהיה מובהק והצביע על ירידה בתאונות, הוכר כמקדם ירידה בתאונות הקשור לסוג טיפול מסוים.

ממצאי ההערכות של המחקר הנוכחי הושוו עם הערכים הבינלאומיים ועם ממצאי מחקרים קודמים של שיפורי תשתית דומים בתנאי הארץ. לבסוף, התקבלה רשימה של מקדמי הפחתה בתאונות המתקשרים עם שיפורי תשתית שיושמו בתנאי הארץ. בנוסף, בוצעו הערכות של החיסכון בתאונות שהושג בעקבות הטיפול במוקדי הסיכון בשנים 2007-2009 ושל ערכן הכלכלי.

2. ממצאים עיקריים ומסקנות

א. בסיס הנתונים של המחקר

על סמך מקורות המידע שהתקבלו מהמזמין הוקם בסיס הנתונים של המחקר בו הצטבר מידע על כ- 150 צמתים/מחלפים וכ-50 קטעי דרך שטופלו בין השנים 2007-2009.

בעקבות טיוב הנתונים, השלמות המידע וסיווגים, הוגדר כי בחינת השינויים בתאונות בעקבות השיפורים בתשתית תתייחס ל-34 סוגים של שיפורי תשתית שבוצעו ב-148 אתרים, וביניהם: 13 סוגים של שיפורי תשתית בקטעי דרכים שנערכו ב-41 אתרים; 15 סוגים של שיפורי תשתית בצמתים שנערכו ב-97 אתרים; 6 סוגים של שיפורי תשתית במחלפים שנערכו ב-10 אתרים.

ב. מקדמי ירידה בתאונות בעקבות שיפורי תשתית שהתקבלו במחקר

בעקבות בחינת מובהקות הערכים שהתקבלו בהערכות הבטיחות והשוואתם לניסיון הבינלאומי, מקדמי ירידה בתאונות התקבלו במחקר זה עבור סה"כ 19 סוגים של שיפורי תשתית, מתוכם 10 בקטעי דרכים, 6 בצמתים ו-3 במחלפים. טבלה א' מציגה ערכים מסכמים למקדמי ירידה בתאונות - אומדני יעילות בטיחותית של שיפורי תשתית שונים בדרכים הלא עירוניות בישראל. מקדמי ירידה אלה מצביעים על שינוי מובהק בתאונות בעקבות שיפורי התשתית.

הערכים בטבלה א' מתייחסים לסך התאונות עם נפגעים ולכלל התאונות (ת"ד + ככללי עם נפגעים). על סמך ממצאי המחקר, לא ניתן להמליץ על ערכים נפרדים של מקדמי ירידה בתאונות החמורות או בסוגי תאונות נבחרים.

עקב מיעוט אתרי הטיפול שהשתתפו בהערכות, מומלץ להיזהר עם שימוש במקדמי ירידה בתאונות עבור מספר שיפורי תשתית וביניהם: "טיפול משולב: ריבוד, התקנת סופגי אנרגיה, טיפול במעקות, בקטע דרך דו-מסלולית" ו-"טיפול מיסעה, סימון, עיני חתול, בקטע דרך חד-מסלולית", בקטעי דרכים; "טיפול מיסעה בצומת מרומזר" וכל סוגי הטיפולים במחלפים. בנוסף, יש להיזהר עם שימוש במקדם ירידה בתאונות עבור סוגי טיפול "הסדרת תמרורים בצומת", כי ערך המקדם שהתקבל בתנאי הארץ גבוה יחסית לניסיון הבינלאומי.

ג. ערכים חסרים של מקדמי ירידה בתאונות בעקבות שיפורי תשתית

עבור 7 סוגים של שיפורי תשתית בקטעי דרכים, 9 סוגים של שיפורי תשתית בצמתים ו-3 במחלפים, במחקר הנוכחי לא נתקבלו ערכים מובהקים של מקדמי ירידה בתאונות וזאת, בעיקר, מכיוון ששיפורים אלה בוצעו באתרים בודדים. בהתחשב בפוטנציאל החיובי של שיפורי תשתית אלה - תרומתם לירידה בתאונות, ע"פ הניסיון הבינלאומי, יש מקום להמשך מעקב אחרי השפעת סוגי שיפורים אלה על תאונות הדרכים, בתנאי הארץ.

לסוגי שיפורים אלה, עד כה, לא ניתן לייחס השפעה חיובית על בטיחות, בתנאי הארץ, ונדרש המשך מעקב. עבור "החלפת עדשות בלדים" בצומת מרומזר, במחקר הנוכחי בדומה למחקר הקודם, לא נמצאה השפעה חיובית על תאונות ולכן, יש מקום להסיר טיפול זה מרשימת השיפורים הבטיחותיים בתשתית.

טבלה א'. ערכים מסכמים של מקדמי ירידה בתאונות - אומדני יעילות בטיחותית של שיפורי תשתית בדרכים הלא עירוניות, שהתקבלו במחקר הנוכחי

Table A. Final estimates of accident reduction factors - estimates of safety efficiency of road infrastructure improvements on rural roads as received in the current study

מס'	סוג שיפור בתשתית	% שינוי בתאונות עם נפגעים	% שינוי בכלל התאונות ¹
שיפורי תשתית בקטעי דרכים			
2	הרחבת קטע דרך חד-מסלולי לדו-מסלולי	-32%	-31%
5	בניית הפרדה - הפיכה לדו-מסלולי של קטע דרך חד-מסלולית שחוצה שטח עירוני	--	-53%
6-1	התקנת מעקות - הפרדה קשיחה, בקטע חד-מסלולי	-50%	-23%
7-1	טיפול משולב: טיפול במעקות, סימון מיסעה/ תמרור, בקטע חד-מסלולי	--	-13%
7-2	טיפול משולב: טיפול במעקות, סימון מיסעה/ תמרור, בקטע דו-מסלולי	--	-14%
8-1	טיפול משולב: ריבוד, סימון מיסעה, טיפול במעקות, בקטע חד-מסלולי	-16%	--
8-2	טיפול משולב: ריבוד, סימון מיסעה, טיפול במעקות, בקטע דו-מסלולי	-23%	--
9	טיפול משולב: טיפול במעקות, ריבוד, שוליים, בקטע חד-מסלולי	-12%	-19%
11	טיפול משולב: ריבוד, התקנת סופגי אנרגיה, טיפול במעקות, בקטע דרך דו-מסלולית *	--	-17%
12	טיפול מיסעה, סימון, עיני חתול, בקטע דרך חד-מסלולית *	--	-23%
שיפורי תשתית בצמתים			
1	מעגל תנועה	-52%	--
2	רימזור צומת	-29%	**
4	הסדרת תמרורים בצומת *	--	-36%
7	ריבוד וטיפול במעקות, בצומת מרומזר	-20%	-19%
12	טיפול במעקות באזור הצומת, בצמתים מרומזרים	-28%	-11%
13	טיפול מיסעה, בצומת מרומזר *	-50%	-25%
שיפורי תשתית במחלפים			
3	הקמת מעגלי תנועה במחלף *	-72%	--
4	טיפול במעקות *	--	-28%
6	ריבוד רמפות *	-23%	--

¹ ת"ד + "כללי עם נפגעים"

* נדרש המשך מעקב עקב מיעוט אתרי הטיפול ששימשו בסיס להערכה, פער מסוים לעומת הערכים בחו"ל או היעדר ערכים בינלאומיים עבור סוג טיפול זה

** מזוהה עם עליה בכלל התאונות, בניגוד לניסיון הבינלאומי

ד. הערכת החיסכון בתאונות בעקבות שיפורי התשתית במוקדי סיכון

לכל אתר טיפול הקשור לשיפור בתשתית שעבורו התקבל ערך מובהק של מקדם ירידה בתאונות, חושב אומדן ממוצע של מספר התאונות שנחסך, מדי שנה, בעקבות הטיפול. הערכה זו בוצעה עבור 86 אתרים שבהם יושמו 19 סוגים של שיפורי תשתית. כמו כן, למספר התאונות הנחסך חושב ערך כלכלי, באמצעות הכפלתו בעלות תאונה ממוצעת.

נמצא כי בעקבות השיפורים בתשתית במוקדי הסיכון שבוצעו בשנים 2007-2009 :

- בקטעי דרכים, מדי שנה, נחסכו 153 תאונות עם נפגעים ו-427 תאונות בכלל (ת"ד + כללי עם נפגעים), כאשר ערכן הכלכלי מגיע, בהתאמה, לכ-28 ו-78 מיליון ₪, בשנה;

- בצמתים, מדי שנה, נחסכו 54 תאונות עם נפגעים ו-89 תאונות בכלל, כאשר ערכן הכלכלי מגיע, בהתאמה, לכ-10 ו-16 מיליון ₪, בשנה;

- במחלפים, מדי שנה, נחסכו 17 תאונות עם נפגעים ועוד 15 כלל התאונות, כאשר ערכן הכלכלי של כל חיסכון מגיע לכ-3 מיליון ₪, בשנה.

סה"כ, תוכנית הטיפול במוקדי הסיכון התקשרה עם חיסכון שנתי של 224 תאונות עם נפגעים ו-531 תאונות בכלל (ת"ד + כללי עם נפגעים), כאשר ערכן הכלכלי של תאונות אלה מגיע ל-41 ו-97 מיליון ₪, בהתאמה.

יודגש כי אומדני החיסכון הנ"ל מתבססים על שיפורי התשתית שהביאו לירידה מובהקת בתאונות, לעומת קבוצות הביקורת, כאשר הם לא כוללים שינויים בתאונות ביתר האתרים שעבורם לא קיימת ודאות לגבי אפקט הטיפול. כמו כן, האומדנים הנ"ל מציגים את הערך הממוצע.

בנוסף, יש לשים לב ששני האומדנים: החיסכון בתאונות עם נפגעים ובכלל התאונות, אינם משלימים אחד את השני כי הם נובעים מהערכות של סוגי שיפורים שונים באתרים שונים. אומדנים אלה מובאים להמחשה של החיסכון המושג בתאונות בעקבות שיפורי התשתית שנבחנו במחקר הנוכחי.

ה. שימוש בממצאי המחקר ופעילות המשך

טבלה א' לעיל מציעה עדכון לרשימת מקדמי הפחתה בתאונות שמתקשרים עם שיפורי תשתית שונים בדרכים הלא עירוניות בתנאי הארץ. מומלץ כי ערכים אלה יהוו השלמה לבסיס הידע של המערכת לניהול בטיחות (מנ"ב) של חברת נתיבי ישראל. מומלץ לבחון ערכים אלה בעת בחירת הטיפולים - שיפורי תשתית, בעבור מקומות תורפה שונים בדרכים הלא עירוניות.

ממצאי המחקר ממחישים את החיסכון המושג בתאונות בעקבות שיפורי התשתית שבוצעו במסגרת פרויקט מוקדי הסיכון בשנים 2007-2009. אם זאת, לא לכל סוגי השיפורים התקבלו הוכחות יעילות בטיחותית.

כדי להמשיך ולעדכן את בסיס הידע של מערכת המנ"ב וכמו כן, לשפר את רמת הידע בנושא יעילות בטיחותית של שיפורי תשתית בתנאי הארץ, קיים צורך במנגנון מעקב שיטתי אחרי השיפורים המבוצעים בשטח. מומלץ לנהל מאגר מידע מבוסס דיווחים סדירים בו יצטברו הנתונים על מיקום, זמן ומהות של שיפורי תשתית שונים שמבוצעים בשטח, במסגרת פרויקטי אחזקה ופרויקטי פיתוח של החברה.

הערכות יעילות בטיחותית של שיפורי תשתית שונים שבוצעו בשטח, לרבות ניתוח השינויים בתאונות במוקדי הסיכון שטופלו ע"י החברה, יש לבצע בהתאם לכללים המקובלים בהערכות מסוג זה. במסגרת ההערכה, נדרש להתחשב בשינויים במגמה הכללית, תופעת הרגרסיה לממוצע וגורמים משפיעים אחרים, כאשר הממצאים צריכים להתקבל ברמת מובהקות ידועה.

1. מבוא

1.1. רקע ונושא המחקר

מדי שנה, החברה הלאומית לתשתיות תחבורה מבצעת שיפורי תשתית שונים ברשת הדרכים הלא עירוניות. לרוב, שיפורים אלה מבוצעים במוקדי סיכון (אתרי תורפה) - קטעי דרך וצמתים, בהם נצפה מספר גבוה יחסית של תאונות הדרכים. מטרת שיפורי התשתית הינה בשיפור רמת הבטיחות של אתרי התורפה - ירידה בשכיחות ו/או חומרת התאונות. פרויקט טיפול במוקדי הסיכון מבוצע בתיאום עם משטרת ישראל, הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים ובאישור משרד התחבורה.

לבחינת השפעתם של שיפורי התשתית שיושמו בשטח וכמו כן, לביסוס בחירת הטיפולים במקומות התורפה בעתיד, נדרשות הערכות יעילות של האמצעים שיושמו. בהקשר זה, "יעילות" של אמצעי (שיפור תשתית) נמדדת ע"פ תרומתו לצמצום שכיחות ו/או חומרת התאונות, באתרי הטיפול. כמו כן, יש עניין בהערכת תרומתם הבטיחותית והכלכלית של השיפורים שיושמו - במונחים של מספרי התאונות שנחסכו ועלותן.

מחקרי הערכת יעילות של שיפורי תשתית בוצעו בישראל בעבר כגון: מחקר TNM (2002), הידוע בשם "מחקרי אפקטיביות", ע"פ הזמנת משרד התחבורה, שבו פותחה שיטה להערכת יעילות בטיחותית של שיפורי תשתית בתנאי הארץ ובוצעו הערכות של השיפורים שיושמו בדרכים העירוניות והלא עירוניות בארץ, בשנות התשעים. לפני מספר שנים, נערך מחקר עבור החברה הלאומית לתשתיות תחבורה, בו נבחנו שיפורי תשתית שבוצעו בדרכים הלא עירוניות בשנים 2005-2007; במחקר זה התקבלו אומדני יעילות עבור שלושה-עשר סוגי טיפולים בתשתית (גיטלמן, הקרט, פיסחוב, 2009).

כמו כן, בספרות הבינלאומית קיימים מקורות מידע מקיפים בהם מובאים ממצאים מסכמים ממחקרי הערכה שנערכו במדינות השונות, לגבי תרומתם הבטיחותית של שיפורי תשתית שונים והתערבויות בטיחות אחרות. בין מקורות אלה ניתן לציין את הספר הבינלאומי של Elvik et al (2009); דו"ח אמריקאי NCHRP 617 (2008); סקר אוסטרלי Austroads (2010). מקורות אלה משמשים בסיס למידע על יעילות בטיחותית צפויה של שיפורי תשתית שטרם נוסו בתנאים המקומיים וגם, להשוואה ותיקוף של ממצאי ההערכות שבוצעו בתנאי הארץ.

בשנים 2007-2009, במסגרת פרויקט מוקדי סיכון, החברה הלאומית לתשתיות תחבורה ביצעה שיפורים רבים בתשתיות בדרכים הלא עירוניות, בהיקף של מאות מיליוני שקלים, מדי שנה. לכן, נמצא לנכון לבצע הערכות של השינויים בתאונות, בעקבות השיפורים שבוצעו בתשתית, על מנת לבחון את יעילותם הבטיחותית של שיפורים אלה. מטרת מחקר זה הינה הערכת יעילות ותרומה בטיחותית של פרויקט מוקדי סיכון - שיפורים בטיחותיים בתשתית שבוצעו בשנים 2007-2009.

הערכת יעילות של שיפורי תשתית מבוצעת בשיטה סטטיסטית אשר, במסגרת הערכת אפקט הטיפול, מאפשרת לנטרל השפעה של גורמים מטעים שונים וביניהם: המגמה הכללית, השינויים בחשיפה, הרגרסיה לממוצע. נטרול השפעת גורמים אלה מבוצע, לרוב, באמצעות ניכוי השינויים בתאונות שנצפו בקבוצת ביקורת. בישראל פותחה שיטה להערכת תרומתם הבטיחותית של

שיפורי תשתית המתחשבת בגורמים הללו (TNM, 2002). שיטת הערכה זו עונה לדרישות הקיימות לביצוע מחקרי הערכה בתחום הבטיחות בדרכים (ראה, לדוגמה: Elvik ; 2003, PIARC ; 2009, et al). המחקר הנוכחי המשיך להשתמש בשיטה זו להערכת תרומתם הבטיחותית של השיפורים בתשתית שבוצעו בשנים 2007-2009.

ביצוע המחקר היו מספר שלבים כמתואר להלן.

השלב הראשון בביצוע המחקר הוקדש לאיסוף והסדרת מידע על שיפורי התשתית שבוצעו בשנים 2007-2009. על סמך מקורות המידע שהתקבלו ממזמין המחקר - רשימות טיפול במוקדי סיכון, לפי שנים, והדיווחים השונים, הוקם מאגר הנתונים למחקר. במאגר הנתונים של המחקר נערכה הצלבה של המידע שהגיע מהמקורות השונים, על מנת לקבוע, לגבי כל פרויקט שבוצע בשטח, פרטים אלה: מיקום האתר שטופל, סוגי השיפורים שיושמו בשטח ותקופת ביצוע הפרויקט בשטח. פרק 1.2 של הדו"ח מביא תיאור של מקורות המידע שנבדקו ושל בסיס הנתונים שנאסף למחקר. רשימות האתרים המועמדים למחקר, עם ציון השיפורים שבוצעו ותקופות הביצוע, הועברו לבדיקת הגורמים הרלוונטיים בחברה הלאומית לתשתיות תחבורה.

בשלב השני לביצוע המחקר נערך טיוב והשלמת מידע לקראת הניתוח - קביעת סוגי השיפורים בתשתית להערכה הבטיחותית. בהתבסס על המידע שהצטבר בבסיס הנתונים של המחקר בוצעו בדיקות, השלמות וסיווגים על מנת לקבוע סוגים של שיפורי תשתית להמשך הערכה. סיווג זה נערך בעקבות בחינה חוזרת של מהות השיפורים שנערכו בכל אחד מהאתרים שנמצאו בבסיס הנתונים של המחקר וכן, סיווג האתרים. כתוצאה מתהליך זה זוהו סוגי השיפורים בתשתית שניתנים להערכה הבטיחותית. ממצאים אלה מובאים בפרק 1.3.

לכל סוג שיפור הוגדרה רשימת האתרים שטופלו באופן זה המהווים את קבוצת הטיפול, בתוספת ציון האתרים שישמשו כקבוצת ביקורת, סוגי התאונות שייבחנו ותקופות הניתוח. הפעולות של סיווג אתרי הטיפול לקבוצות ההומוגניות והתאמת קבוצות הביקורת נדרשו לביצוע הערכות בטיחות לצורך קבלת תוצאות בעוצמה סטטיסטית גבוהה יותר.

בשלב הבא של המחקר נערך ניתוח נתוני התאונות - בחינת השינויים בתאונות הקשורות לאתרי הטיפול לעומת אתרי הביקורת, לרבות הכללת הממצאים על פני מספר אתרים, במטרה לאמוד את שיעורי ההפחתה בתאונות בעקבות סוגי הטיפולים השונים שבוצעו בשטח. פרק 2 של הדו"ח מביא את עיקרי השיטה ששימשה לניתוח נתוני התאונות והערכת יעילותם של שיפורי התשתית. פרק 3 מפרט ממצאים מהערכות יעילותם הבטיחותית של שיפורי תשתית שונים, בתנאי הארץ.

בהמשך, פרק 4 מסכם את ממצאי ההערכות עבור שיפורי תשתית שונים בתנאי הארץ ומשווה אותם עם הממצאים הבינלאומיים. כתוצאה, מתקבלת רשימה מעודכנת של מקדמי הפחתה בתאונות המתקשרים עם שיפורי תשתית שונים שיושמו בתנאי הארץ. בנוסף, בהתבסס על כללי נוהל פר"ת (2006), בוצעו הערכות החיסכון בתאונות שהושג בעקבות הטיפול במוקדי הסיכון בשנים 2007-2009 ושל ערך הכלכלי של התאונות הנחסכות.

1.2. הקמת בסיס הנתונים של המחקר

המידע שהתקבל מהחברה הלאומית לתשתיות תחבורה לגבי פרויקט טיפול במוקדי סיכון בשנים 2007-2009 כלל חמישה קבצי מחשב שהם :

1. קובץ אקסל בשם "מוקדי סיכון 2008".
2. קובץ אקסל בשם "מוקדי סיכון 2009".
3. דו"ח (קובץ pdf) בשם "מוקדי סיכון ניתוח בטיחותי 2007".
4. דו"ח (קובץ pdf) בשם "מוקדי סיכון 2008".
5. דו"ח (קובץ pdf) בשם "דוח מוקדי סיכון 2008-2010".

א. תיאור מקורות המידע

1. קובץ אקסל בשם "מוקדי סיכון 2008"

הקובץ מכיל גיליון אחד.

בגיליון טבלה עם 63 שורות. כל שורה כוללת: מספר סידורי, מרחב (צפון, מרכז, או דרום), מס' כביש 1, מס' כביש 2 רק בחלק מהשורות, שם פרויקט או סמוך, וסטטוס כגון: בוצע, בביצוע, בוטל עקב..., תכנון עקב.....

הונח שפרויקטים שהסטטוס שלהם היה "בוצע" הושלמו בשנת 2007. כמו כן, הנחנו שמיקום הפרויקט הוא על-פי השם ומספרי הדרכים השייכים אליו. חסר היה תאור הפרויקט, ומועד ההתחלה והסיום שלו.

2. קובץ אקסל בשם "מוקדי סיכון 2009"

הקובץ מכיל 5 גיליונות.

גיליון 1 בשם "ביצוע": לגיליון כותרת "טייטא מעודכן 18/6/09, מוקדי סיכון 2009".

כותרת משנה: מוקדים הדורשים תכנון גיאומטרי - צמתים. מכילים 46 שורות. כל שורה כוללת: מספר סידורי, שם הצומת, מספר דרך (בחלק מהשורות מספר אחד ובחלק שני מספרים), עמודות עם מידע על תאונות, פרוגרמה המכילה תאור מילולי, סטטוס (בוצע, בביצוע, תכנון ועוד).

בהמשך כותרת משנה: מוקדים הדורשים תכנון גיאומטרי - קטעי דרך. מכילים 7 שורות. כל שורה כוללת מספר סידורי, שם הדרך, קילומטרים (ברב השורות שני מספרים מופרדים במקף), עמודות עם מידע על תאונות, פרוגרמה המכילה תאור מילולי, סטטוס (בוצע, תכנון.....).

גיליון 2 בשם "אחזקה": לגיליון כותרת "טייטא מעודכן 18/6/09, מוקדי סיכון 2009".

כותרת משנה: מוקדים שאינם דורשים תכנון גיאומטרי - צמתים. מכילים 9 שורות. כל שורה כוללת: מספר סידורי, שם הצומת, מספר דרך, עמודות עם מידע על תאונות, פרוגרמה המכילה תאור מילולי, אומדן (עמודה ריקה), והערות.

גיליון 3 בשם "גיליון 1": ללא כותרות.

בגיליון טבלה עם 12 שורות. בכל שורה: מספר כביש (מספר או שם צומת), מיקום (קילומטר או שני קילומטרים עם מקף או ריק), תאור הנימוק לבחירה כגון: מספר תאונות בשנת 2008, או החלטת משטרה ועוד, ועמודת קוד כגון: P-2113.

גיליון 4 בשם "רמזורים": לגיליון כותרת "טייטא מעודכן 18/6/09, מוקדי סיכון 2009".

כותרת משנה: מוקדים הדורשים תכנון גיאומטרי - צמתים. מכילים 6 שורות. כל שורה כוללת: מספר סידורי, שם הצומת, מספר דרך (מספר אחד או צמד מספרים), עמודות עם מידע על תאונות, פרוגרמה המכילה תאור מילולי, אומדן (מופיע רק בשתי שורות), ומנה"פ המכיל שם פרטי של איש.

גיליון 5 בשם "גיליון 3": ללא כותרת.

בגיליון 30 שורות. כל שורה כוללת: מספר סידורי, שם הצומת, פרוגרמה המכילה תאור מילולי, אומדן (ברב השורות), מנה"פ המכיל שם פרטי וברב השורות גם שם משפחה של האיש, וסטאטוס (ריק, או תאריך, או תכנון מחדש, או הפקעות וכו').

3. דו"ח בשם "מוקדי סיכון ניתוח בטיחותי 2007"

בפרק 3 של הקובץ רשימה של 30 מוקדים שהם צמתים, ו-31 מוקדים שהם קטעי דרך.

מוקדי הצמתים מזוהים בשם של צומת, בתיאור מספרי הכבישים (אחד או שניים), וקיים פרוט של סוג הטיפול. מוקדי הקטעים מזוהים במספר הכביש, שמות הצמתים בקצות הקטע, מספרי הקילומטר בקצות הקטע, וקיים פרוט של סוג הטיפול.

4. דו"ח בשם "מוקדי סיכון 2008"

בקובץ רשימה של 56 מוקדים שהם צמתים, ו-4 מוקדים שהם קטעי דרך.

מוקדי הצמתים מזוהים בשם של צומת, בתיאור מספרי הכבישים (אחד או שניים), וקיים פרוט של סוג הטיפול. מוקדי הקטעים מזוהים במספר הכביש, מספרי הקילומטר בקצות הקטע, וקיים פרוט של סוג הטיפול.

5. "דוח מוקדי סיכון 2008-2010"

בנספח א' של הקובץ ישנן רשימות של: מוקדי סיכון 2008 צמתים, מוקדי סיכון 2008 קטעי דרך, מוקדי סיכון 2009 צמתים, מוקדי סיכון 2009 קטעי דרך, מוקדי סיכון 2010 צמתים ומוקדי סיכון 2010 קטעי דרך.

מוקדי הצמתים מזוהים בשם של צומת, מספר כביש (מספר אחד או צמד מספרים), מהות הטיפול, תאריך סיום הביצוע, ומידע נוסף הקשור לתאונות ושינויים בתאונות. במוקדי הקטעים הטבלאות זהות פרט לצורת הזיהוי (במקום שם צומת מופיעים מספרי הקילומטר בקצות הקטע).

ב. עריכת המידע

הפרדנו את המידע לשתי קבוצות: קבוצה 1 - צמתים (הכוללים גם מחלפים), קבוצה 2 - קטעי דרכים.

צמתים:

בכל המסמכים זיהינו את מיקום הצומת על-פי שם ועל-פי מספר דרך או דרכים. (בבסיס הנתונים לא נכללו מוקדים שטופלו בשנת 2010). לכל צומת, ריכזנו את המידע (במידה והיה) לגבי: פרוגרמה, סטטוס, תאריך סיום. לכל צומת שנמצא עליו מידע, ריכזנו במשותף את המידע מכל קבצי האקסל. בנוסף, הוספנו את המידע שנמצא בכל אחד מקבצי pdf בעמודות השונות, על-פי מקור המידע (מאיזה קובץ הגיע).

קטעי דרך:

בכל המסמכים זיהינו את מיקום קטעי הדרך על-פי מספר הדרך וקילומטר התחלה וסיום של הטיפול. (בבסיס הנתונים לא נכללו מוקדים שטופלו בשנת 2010). ריכזנו את המידע לכל קטע דרך במידה והיה: פרוגרמה, סטטוס, תאריך סיום. כאשר היתה חפיפה מלאה בזיהוי קטע מוקד סיכון (מספר הדרך ומספר קילומטרי ההתחלה והסיום היו זהים), הוספנו את המידע שנמצא בכל אחד מקבצי pdf בעמודות השונות של אותה השורה, על-פי מקורות המידע (מאיזה קובץ הגיע).

במספר קטעי דרך נמצאה חפיפה חלקית בין קטעי טיפול שונים מהמקורות השונים. במקרים אלו, של החפיפה החלקית מבחינת אורך הקטע המטופל, לא איחדנו את המידע על טיפול במוקדי הסיכון לשורה אחת אלא השארנו אותו בשורות הנפרדות, לפי כל קטע דרך שעבר טיפול בטיחותי מסוים. בהמשך, מידע זה נבחן שוב, על מנת לקבוע קטעי דרך קצרים (ונפרדים) שעברו טיפולים שונים בתקופות השונות.

ג. סיכום

כאמור, ממזמין המחקר התקבלו מספר מקורות מידע לגבי פרויקט טיפול במוקדי הסיכון בשנים 2007-2009. כל המקורות נקלטו בבסיס הנתונים של המחקר. לגבי כל פרויקט טיפול במוקד סיכון שבוצע בשטח, לביצוע המחקר נדרש לזהות פרטים אלה: מיקום האתר שטופל, סוגי השיפורים שיושמו בשטח ותקופת ביצוע הפרויקט בשטח. לכן, לאחר הצלבת כל מקורות המידע, לכל אתר שטופל ונרשם בבסיס הנתונים ניתן סיכום לגבי סוגי השיפורים שבוצעו ותקופת ביצוע.

בסיס הנתונים חולק לשני חלקים, עבור צמתים וקטעי דרך. בעקבות הצלבת מקורות המידע, שילוב אתרים זהים והסרת כפילויות, בבסיס הנתונים שנאסף למחקר, הצטבר מידע על כ-150 צמתים/מחלפים ועל כ-50 קטעי דרך שטופלו בין השנים 2007-2009. (בהמשך, בתוך רשומות הצמתים היה פיצול נוסף לצמתים ומחלפים).

בסיס נתונים מפורט שנאסף למחקר הוצג בדו"ח ביניים מס' 1. כמו כן, רשימות של בסיס הנתונים - מידע על צמתים וקטעי דרכים שטופלו בין השנים 2007-2009, הועברו להתייחסות של הגורמים הרלוונטיים בחברה הלאומית לתשתיות תחבורה, לגבי נכונות המידע שסוכם.

1.3. זיהוי סוגי טיפולים - שיפורי תשתית שניתנים להערכה בטיחותית

כדי לבצע הערכות יעילות של שיפורי תשתית קיים צורך בקביעת קבוצות של אתרים שעברו טיפולי תשתית דומים. הקבצה זו נדרשת בעיקר עקב טעמים סטטיסטיים, כאשר על סמך מספר התאונות שנצפה באתר בודד, ככלל, לא ניתן להגיע לאומדנים מובהקים בבחינת השינויים. קבוצות טיפול אחידות לניתוח נקבעות לפי סוג אתר וקטגוריה של טיפולים.

להלן ממצאים מזיהוי סוגי הטיפולים - שיפורי תשתית, לפי סוגי האתרים: קטעי דרך, צמתים, מחלפים.

א. קטעי דרכים

מבין 48 הרשומות על קטעי דרכים בבסיס הנתונים של המחקר, לגבי 11 מקרים היה חסר מידע על מהות השיפורים בתשתית שבוצעו בשטח, או לא היה ברור אם הפרויקט בוצע בכלל. לגבי 38 המקרים שנותרו נערכה בדיקה של מהות השיפורים כדי לזהות קבוצות הומוגניות של אתרים מבחינת טיב הטיפול. במהלך בדיקה זו, חלק מהקטעים פוצלו לתתי-קטעים עם אופי שונה של הטיפול ו/או מאפייני הקטע.

חלק ניכר מהטיפולים שבוצעו היו שיפורים משולבים כגון: "ריבוד, צבע, מעקות", "מעקות, צבע, עיני חתול" וכד'. לכן, לזיהוי קבוצות אתרים עם סוגי טיפולים דומים נערכו הכללות בהתאם לטיפולים ה"כבדים" יותר שאפיינו את מהות השיפור שבוצע. עם הטיפולים הכבדים נמנו: שיפורי מעקות, ריבוד, טיפולי שוליים, כאשר לשיפורי מיסעה ותמרור (צבע, סימון, עיני חתול, תמרור) הייתה התייחסות כמו לקבוצה אחת.

כתוצאה, בקרב הטיפולים בקטעי הדרכים זוהו **13 סוגים של שיפורי תשתית** כמוצג בטבלה 1.1. מבין סוגי שיפורים אלה, 6 בוצעו באתרים בודדים. 7 סוגי השיפורים האחרים מתאימים יותר להערכה הבטיחותית כי הם בוצעו במספר גבוה יותר של אתרי טיפול, בין 2 עד 12 אתרים. סוגי שיפורים אלה הם:

- * הרחבת קטע דרך חד-מסלולי לדו-מסלולי (דרך בין-עירונית);
- * בניית הפרדה (הפיכה לדו-מסלולי) של קטע דרך בשטח עירוני;
- * התקנת מעקות - הקמת הפרדה קשיחה;
- * טיפול משולב: טיפול במעקות, סימון מיסעה/תמרור;
- * טיפול משולב: ריבוד, סימון מיסעה, טיפול במעקות;
- * טיפול משולב: טיפול במעקות, ריבוד, שוליים;
- * טיפול משולב: שילוט, עבודות מיסעה, שוליים.

כאמור, חלק מהטיפולים שבוצעו בשטח הינם מקבצים של שיפורים - "טיפול משולב". לכן, האפקט הבטיחותי שיוערך בעקבות טיפולים אלה יבטא אפקט משולב של כל השינויים שבוצעו כגון: אפקט של התקנת מעקות ושיפורי סימון מיסעה, ביחד.

ב. צמתים

מבין 141 הרשומות על צמתים בבסיס הנתונים של המחקר, לגבי 38 מקרים היה חסר מידע על מהות השיפורים בתשתית שבוצעו, לא היה ברור אם הפרויקט בוצע בכלל או לא נמצא מיקום. לגבי 103 המקרים שנותרו נערכה בדיקה של מהות השיפורים כדי לזהות קבוצות הומוגניות של אתרים מבחינת טיב הטיפול. בנוסף, נבדק סוג צומת: מרומזר/לא מרומזר, מספר זרועות.

חלק מהטיפולים שבוצעו היו שיפורים משולבים כגון: "מעקות, ריבוד, צבע, עיני חתול", "החלפת עדשות בלדים, שוליים" וכד'. במקרים אלה, לזיהוי קבוצות צמתים עם סוגי טיפולים דומים נערכו הכללות בהתאם לטיפולים ה"כבדים" יותר שאפיינו את מהות השיפור שבוצע, כגון: ריבוד, מעקות, שוליים. בהכללות אלה, עדיפות נמוכה ניתנה לסוג טיפול "החלפת עדשות בלדים".

טבלה 1.1. סוגי שיפורים בתשתית הניתנים להערכה בקטעי דרכים

Table 1.1. Types of infrastructure improvements suitable for evaluation, for road sections

מספר אתרים בקבוצה	סוג שיפור תשתית	קוד קבוצת טיפול
1	הסדרת עקומה	1
2	הרחבה לדו-מסלולי	2
1	התקנת מעקה מפרדה, הסדרת מדרכות	3
1	ריבוד, שיפורים גיאומטריים בקטע - ליד אזור עסקים	4
2	בניית הפרדה (הפיכה לדו מסלולי) בשטח עירוני	5
5	התקנת מעקות - הפרדה קשיחה	6
7	טיפול משולב: טיפול במעקות, סימון מיסעה/תמרור	7
12	טיפול משולב: ריבוד, סימון מיסעה, טיפול במעקות	8
5	טיפול משולב: טיפול במעקות, ריבוד, שוליים	9
2	טיפול משולב: שילוט, עבודות מיסעה, שוליים	10
1	טיפול משולב: ריבוד, התקנת סופגי אנרגיה, טיפול במעקות	11
1	טיפולי מיסעה, סימון, עיני חתול	12
1	שיפורי תמרור	13
41 אתרים	סה"כ	

בהמשך, לצורכי הפקת נתוני התאונות, עבור כל אחד מהאתרים, נערך זיהוי בקבצי הלמ"ס. בנוסף, נבדקו מאפייני האתרים כגון: סוג צומת (מרומזר/לא מרומזר), סוג דרך (חד-מסלולית/דו-מסלולית) וכמו כן, שוחזר נפח תנועה יומי ממוצע, באתר, בתקופה שלפני הטיפול.

בבדיקת האתרים עלה שבין 103 צמתים המועמדים לניתוח, 5 אתרים לא נמצאו ברשימות הלמ"ס, דהיינו עבור צמתים אלה לא קיים קוד צומת (מספר זיהוי) בלמ"ס ולכן, אין תאונות צומת שמיוחסים לאתרים אלה. האתרים הלא מזוהים ירדו מהניתוח¹.

כתוצאה, בקרב הטיפולים בצמתים זוהו 15 סוגים של שיפורי תשתית שבוצעו ב-97 אתרים, כמוצג בטבלה 1.2. מבין סוגי שיפורים אלה, 4 בוצעו באתרים בודדים. 11 סוגי השיפורים האחרים מתאימים יותר להערכה הבטיחותית כי הם בוצעו במספר גבוה יותר של אתרי הטיפול, בין 2 עד 30. סוגי שיפורים אלה בצמתים הם:

- * הקמת מעגל תנועה (במקום צומת לא מרומזר, עם שלוש זרועות);
- * רימזור צומת (לרוב, עם שלוש זרועות);
- * הסדרת צומת - שינויים גיאומטריים (4 מקרים של צומת לא מרומזר, 26 מקרים של צומת מרומזר);
- * הסדרת תמרורים בצומת (בתוספת החלפת עדשות בלדים, בצומת מרומזר);
- * החלפת עדשות בלדים (בלבד), בצמתים מרומזרים;
- * ריבוד בצומת (בתוספת החלפת עדשות בלדים, בצומת מרומזר);

¹ בנוסף, אתר אחד שהיה ברשימת הצמתים עבר לרשימת המחלפים (מחלף 40/531). סוג טיפול שדווח באתר זה היה "סימון מיסעה", דהיינו שינוי קל בתשתית שאינו מזוהה, בדרך כלל, עם שינוי משמעותי בתאונות. עם זאת, בעקבות ניתוח נתוני התאונות באתר זה, בתקופת אחרי לעומת לפני הטיפול, נמצאה הרעה ניכרת במספר התאונות, מצב שאינו יכול להיות קשור לסימון מיסעה בלבד. לכן, אתר זה הוצא מהניתוח.

* ריבוד וטיפול במעקות (בתוספת החלפת עדשות בלדים או שיפור סימון מיסעה, בצומת מרומזר);

* טיפול בשוליים (בתוספת החלפת עדשות בלדים, בצומת מרומזר);

* שינוי תוכנית רמזור, בצומת מרומזר;

* טיפול במעקות באזור הצומת (לעתים, בתוספת החלפת עדשות בלדים או שיפור סימון מיסעה, בצומת מרומזר);

* טיפולי מיסעה בצומת.

ניתן לראות שגם בצמתים, חלק מהטיפולים שבוצעו בשטח הינם מקבצים של שיפורים, אם כי, במידה פחותה לעומת קטעי הדרכים.

טבלה 1.2. סוגי שיפורים בתשתית הניתנים להערכה בצמתים

Table 1.2. Types of infrastructure improvements suitable for evaluation, for junctions

קוד קבוצת טיפול	סוג שיפור תשתית	מספר אתרים בקבוצה
1	מעגל תנועה	9
2	רמזור צומת	14
3	הסדרת צומת	30
4	הסדרת תמרורים בצומת*	4
5	החלפת עדשות בלדים (בלבד)	11
6	ריבוד בצומת*	3
7	ריבוד, טיפול במעקות*	7
8	טיפול בשוליים*	2
9	שינוי תוכנית רמזור*	2
10	הסדרת מדרכות, שילוט	1
11	הרחבת צומת	1
12	טיפול במעקות באזור הצומת	9
13	טיפולי מיסעה	2
14	הוספת גדרות הולכי רגל*	1
15	הסדרה ליד מעגל תנועה	1
	סה"כ	97 אתרים

* לעתים, בתוספת טיפולים קלים כגון: החלפת עדשות בלדים

ג. מחלפים

בבסיס הנתונים של המחקר היו סה"כ 10 רשומות על טיפולים במחלפים. על סמך רשומות אלה, בדומה לסוגי האתרים האחרים, נערכה בדיקה של מהות השיפורים שבוצעו כדי לזהות קבוצות הומוגניות של אתרים מבחינת טיב הטיפול.

חלק מהטיפולים שבוצעו היו שיפורים משולבים כגון: "ריבוד, צבע, עיני חתול" וכד'. במקרים אלה, לזיהוי קבוצות צמתים עם סוגי טיפולים דומים נערכו הכללות בהתאם לטיפולים ה"כבדים" יותר שאפיינו את מהות השיפור שבוצע, כגון: מעקות, ריבוד. בהכללות אלה, עדיפות נמוכה ניתנה לסוג טיפול "החלפת עדשות בלדים".

כתוצאה, בקרב הטיפולים במחלפים זוהו 6 סוגים של שיפורי תשתית שנערכו ב-10 אתרים, כמוצג בטבלה 1.3. רוב סוגי השיפורים במחלפים בוצעו באתרים בודדים, כאשר שני סוגי שיפורים בוצעו במספר אתרי טיפול, בין 2 ל-4. סוגי שיפורים אלה במחלפים הם: טיפול במעקות באזור המחלף וריבוד רמפות, כאשר שניהם היו בתוספת החלפת עדשות בלדים או שיפור סימון מיסעה.

טבלה 1.3. סוגי שיפורים בתשתית שניתנים להערכה במחלפים

Table 1.3. Types of infrastructure improvements suitable for evaluation, for interchanges

מספר אתרים בקבוצה	סוג שיפור תשתית	קוד קבוצת טיפול
1	הסדרת צומת במחלף	1
1	הקמת גשר	2
1	הקמת מעגלי תנועה במחלף	3
2	טיפול במעקות*	4
1	רמזור צומת במחלף	5
4	ריבוד רמפות*	6
10 אתרים	סה"כ	

* לעתים, בתוספת טיפולים קלים כגון: החלפת עדשות בלדים

מכאן, בחינת השינויים בתאונות בעקבות השיפורים בתשתית התייחסה ל:

- 13 סוגים של שיפורי תשתית בקטעי דרכים שנערכו ב-41 אתרים;

- 15 סוגים של שיפורי תשתית בצמתים שנערכו ב-97 אתרים;

- 6 סוגים של שיפורי תשתית במחלפים שנערכו ב-10 אתרים.

סה"כ, במחקר זה נבחנו 34 סוגים של שיפורי תשתית שבוצעו ב-148 אתרים.

כאמור, חלק מהטיפולים שבוצעו בשטח הינם מקבצים של שיפורים - "טיפול משולב". לכן,

האפקט הבטיחותי שיוערך בעקבות טיפולים אלה יבטא אפקט משולב של כל השינויים שבוצעו,

לדוגמא: אפקט של התקנת מעקות ושיפורי סימון מיסעה, ביחד.

2. עיקרי השיטה להערכת אפקטיביות של שיפורי תשתית

א. כללי

השיטה להערכת יעילות בטיחותית של שיפורי תשתית פותחה במחקר TNM (2002). כדי לאמוד שינוי במספר התאונות הקשור להתערבות (טיפול בטיחותי) שבוצע, נדרש להשוות בין מצב התאונות אחרי הטיפול עם המצב ש"היה קורה לולא הטיפול". השוואה ישירה בין המצב "אחרי" עם המצב "לפני" כפי שנצפה באתרי הטיפול אינה נכונה מכיוון שבהשוואה כזאת קיימת הנחה סמויה על "הקפאת המצב לפני" לאורך זמן - הנחה שסותרת את המציאות המשתנה. את מה שהיה קורה עם אתרי הטיפול לולא ההתערבות ניתן ללמוד מהתנהגות של קבוצת ביקורת, כאשר לקבוצת הביקורת מקובל לבחור אתרים אשר דומים במאפיינים המתאימים לאתרי הטיפול. אתרי הביקורת יכולים להדגים את המגמה הכללית שהייתה בתאונות בתקופת ה"אחרי" לעומת "לפני", דהיינו את השינוי בתאונות שהיה קורה באתרי הטיפול בתקופת ה"אחרי" לעומת "לפני" לולא ההתערבות (השינוי בתשתית).

סוגיה נוספת שקשורה בהערכת השינוי בתאונות היא מובהקות התוצאה: רמת הביטחון בכך שהשינוי שנמצא בתאונות הינו אמיתי ולא אקראי. ככלל, לקבלת אומדנים ברמת מובהקות גבוהה נדרשים מספרים גדולים של תאונות. זאת, כאשר באתר בודד שאינו צומת עמוס או קטע דרך ארוך, לרוב, בתקופת הניתוח של מספר שנים מתרחש מספר קטן של תאונות. לכן, כדי להגביר את עוצמת התוצאה, נדרש לבצע הכללה (pooling) של תוצאות ההערכה שהתקבלו באתרים השונים שעברו את אותו הסוג של טיפול בתשתית. ההכללה הינה שקלול סטטיסטי כאשר אומדן השינוי בתאונות שהתקבל באתר מסוים נכנס להערכה המסכמת עם משקל שמבטא את העוצמה הסטטיסטית (מספרי התאונות) ששימשו בהערכה שלו.

שני מרכיבים אלה: התחשבות במגמה הכללית בתאונות באמצעות קבוצת ביקורת ושקלול סטטיסטי של תוצאות הערכה מאתרים בודדים לערך אחד מסכם - באו לידי ביטוי בשיטה ששימשה להערכת יעילות בטיחותית של שיפורי תשתית במחקר הנוכחי.

ב. תיאור השיטה

הערכת יעילות בטיחותית של שיפור בתשתית מתבצעת באמצעות אמידת המדד הקרוי "אינדקס האפקטיביות". מדד זה מבטא את היחס בין המצב לאחר הטיפול לעומת מה שצפוי היה לולא הטיפול. השינוי שהיה קורה לולא הטיפול בקבוצת הטיפול נלמד מהשינוי שחל בתקופת "אחרי" לעומת "לפני" בקבוצת ביקורת. לפיכך, יחס האפקטיביות ישווה את המצב "אחרי" לעומת "לפני" בקבוצת הטיפול לעומת קבוצת הביקורת.

בחינת זו מבוצעת באמצעות אמידת יחס היחסים (odds ratio). שיטה זו עובדת עם ארבעה מספרים כלהלן:

X_a - מספר התאונות בתקופה אחרי הטיפול באתר הטיפול;

X_b - מספר התאונות בתקופה לפני הטיפול באתר הטיפול;

C_a - מספר התאונות בתקופה אחרי הטיפול בקבוצת הביקורת (קבוצת ההשוואה - Comparison);

C_b - מספר התאונות בתקופה לפני הטיפול בקבוצת הביקורת;

כאשר היחס :

$$\theta = (X_a / X_b) / (C_a / C_b) \quad [1]$$

מבטא את השינוי שנצפה באתר הטיפול לעומת קבוצת הביקורת. כאשר ערך ה- θ קטן מ-1, פירושו שהטיפול היה אפקטיבי - תרם לירידה בתאונות. הערך $(1 - \theta) * 100$ מבטא באחוזים את הירידה הצפויה בשכיחות התאונות עקב הטיפול.

כאשר קבוצת הטיפול מורכבת ממספר אתרים, הערך המסכם של האפקט מתקבל באמצעות שקלול האפקטים שנמצאו בכל אחד מאתרי הטיפול. פרט לערך הממוצע של מדד האפקטיביות θ , מוערך גם רווח הסמך - גבול תחתון ועליון למדד ה- θ , ברמת הביטחון של 95% (רמת מובהקת 0.05). להלן פירוט מתמטי לשלבי הערכה אלה:

$$\text{Weighted mean effect (WME)} = \exp\left(\frac{\sum_i w_i \ln(\theta_i)}{\sum_i w_i}\right)$$

$$w_i = \frac{1}{\text{VAR}(\log(\theta_i))} = \frac{1}{\frac{1}{X_a^i} + \frac{1}{X_b^i} + \frac{1}{C_a^i} + \frac{1}{C_b^i}}$$

כאשר :

θ_i - אמד השינוי באתר i ;

w_i - משקל סטטיסטי של האמד באתר i ;

$X_a^i, X_b^i, C_a^i, C_b^i$ - מספרי התאונות באתר הטיפול ובקבוצת הביקורת כמתואר לעיל, לאתר טיפול i.

רווח הסמך לערך המשוקלל של השינוי בתאונות בקבוצת הטיפול הנבחת מחושב באופן הבא :

$$\left(\text{WME} \exp\left(\frac{z_{\frac{\alpha}{2}}}{\sqrt{\sum_i w_i}}\right), \text{WME} \exp\left(\frac{z_{1-\frac{\alpha}{2}}}{\sqrt{\sum_i w_i}}\right) \right)$$

כאשר במחקר הנוכחי רווח הסמך מחושב ברמת מובהקות 0.05².

משמעות תוצאות ההערכה: הערך $(1 - \text{WME}) * 100$ מבטא באחוזים את הירידה בשכיחות התאונות שמתקשרת עם הטיפול הנבחן (השיפור בתשתית). בהתבסס על גבולות רווח הסמך של ה-WME ניתן לחשב את רווח הסמך של השינוי באחוזים.

כאשר מדד האפקטיביות המסכם WME ושני גבולות רווח הסמך שלו נמוכים מ-1, הטיפול מתקשר עם ירידה מובהקת בשכיחות התאונות. כאשר מדד האפקטיביות WME ושני גבולות

² z - ערך התפלגות נורמאלית (0, 1) לנקודת אחוז $100(1-\alpha/2)$; ברמת מובהקת $\alpha=0.05$ ערך ה-z שווה 1.96.

רווח הסמך שלו עולים על 1, הטיפול מתקשר עם עלייה מובהקת בשכיחות התאונות. במקרים אלה השינוי ייקרא "ירידה" או "עליה" בתאונות, בהתאמה.

כאשר רווח הסמך כולל בתוכו 1, התוצאה אינה מובהקת ולא ניתן להסיק האם הטיפול גורם לעליה או לירידה בתאונות. עם זאת, על פי ערך מדד האפקטיביות ניתן להסיק לגבי "מגמת השינוי" בשכיחות התאונות באתרי הטיפול.

כאשר גודל השינוי בתאונות נמצא בטווח עד 5%, חיובי או שלילי, לתוצאה זו אין משמעות מעשית. במקרה זה המצב ייקרא "ללא שינוי".

לבסוף, כאשר סך מספר התאונות שנצפה באתרי הטיפול בתקופת "לפני" או "אחרי" נמוך מ-10, יש להיזהר עם הסקת מסקנות בנוגע לשינוי בתאונות, עקב מיעוט הנתונים.

ג. סוגי הערכות שבוצעו

בהתאם לסוג הטיפול הנבחר, הערכת אמד האפקטיביות מבוצעת עבור מספר סוגי תאונות, כמפורט להלן.

(1) עבור סוגי השיפורים **בקטעי דרכים** (13 סוגי שיפורים):

- בכל אחד מהמקרים, הבחינה מתייחסת לשלושה סוגי תאונות: (א) סה"כ התאונות עם נפגעים (ת"ד), (ב) תאונות חמורות (קשות וקטלניות ביחד), (ג) כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם הנפגעים". גזירת התאונות מבוצעת לכל אתר, עבור התקופות שרשומות כ"תקופת לפני" ו-"תקופת אחרי"³.

- עבור סוגי השיפורים 2, 3, 5, 6 (ראה טבלה 1.1) הבחינה תתייחס גם לסוג תאונות נוסף - התנגשויות חזית-חזית.

- כקבוצת ביקורת, לכל אתר, משמשים סך התאונות בקטעי דרכים חד-מסלוליות או דו-מסלוליות (לפי סוג דרך של קטע הטיפול), בתקופות הרלוונטיות.

(2) עבור סוגי השיפורים **בצמתים** (15 סוגי שיפורים):

- בכל אחד מהמקרים, הבחינה מתייחסת לשלושה סוגי תאונות: (א) סה"כ התאונות עם נפגעים (ת"ד), (ב) תאונות חמורות (קשות וקטלניות ביחד), (ג) כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם הנפגעים". גזירת התאונות מבוצעת לכל אתר, עבור התקופות שרשומות כ"תקופת לפני" ו-"תקופת אחרי".

- עבור סוגי השיפורים 10, 14 (ראה טבלה 1.2) הבחינה תתייחס גם לסוג תאונות נוסף - פגיעה בהולכי רגל.

- כקבוצת ביקורת, לכל אתר, משמשים סך התאונות בצמתים הלא עירוניים, מרומזרים או לא מרומזרים (בהתאם לסוג צומת של אתר הטיפול, בתקופת לפני), בתקופות הרלוונטיות. עבור אתרי הביקורת, סוג צומת - מרומזר או לא מרומזר, נקבע לפי שדה RAMZOR של קובצי ת"ד של הלמ"ס. (במהלך החישובים הסתבר כי ערך שדה RAMZOR חסר לחלק לא מבוטל מנתוני התאונות עבור קבוצות הביקורת, מה שעורר ספק לגבי אמינותו של שדה זה. לכן, בנוסף לקבוצות

³ קבצי תאונות "כללי עם נפגעים" קיימים החל משנת 2005. לכן, בהערכות עם "כלל התאונות: ת"ד + כללי עם הנפגעים", תקופות ה"לפני" קוצרו בהתאם.

הביקורת שנבחרו מראש - הצמתים המרומזרים והלא מרומזרים, השינויים בתאונות באתרי הטיפול נבחנו גם לעומת קבוצת ביקורת נוספת - כלל הצמתים הלא עירוניים).

(3) עבור סוגי השיפורים **במחלפים** (6 סוגים) :

- בכל מקרה, הבחינה מתייחסת לשלושה סוגי תאונות: (א) סה"כ התאונות עם נפגעים (ת"ד), (ב) תאונות חמורות (קשות וקטלניות ביחד), (ג) כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם הנפגעים". גזירת התאונות מבוצעת לכל אתר, עבור התקופות שרשומות כ"תקופת לפני" ו-"תקופת אחרי".

- כקבוצת ביקורת, לכל אתר, משמשים סך התאונות בצמתים הלא עירוניים, בתקופות הרלוונטיות.

יצוין כי התקופות לבחינת התאונות מותאמות לכל אתר טיפול, כאשר תקופת ה"לפני" נקבעת לעומת חודש התחלת הביצוע בשטח ותקופה ה"אחרי" - לעומת חודש סיום הביצוע בשטח, באתר הנבחן. תקופות זמן זהות לבחינת התאונות נבחרות גם לקבוצת ביקורת, בהתאמה לכל אתר טיפול.

ד. בדיקות רגישות

עבור הערכות אמדי יעילות הטיפולים בקטעי דרכים, בוצעו בדיקות רגישות התוצאה להשפעה של תופעת הרגרסיה לממוצע. בדיקה כזו נערכה ע"י התחשבות במספר התאונות הצפוי בכל אתר, בעזרת המודלים שנבנו עבור מערכת המנ"ב (ראה דו"ח: גיטלמן, דובא, הקרט, 2008). בדיקה זו בוצעה עבור שני סוגי תאונות: (א) סה"כ התאונות עם נפגעים (ת"ד), (ב) תאונות חמורות.

בהערכה זו, במקום הערך הנצפה של מספר התאונות בתקופת לפני הטיפול באתר הטיפול (X_b) בנוסחה [1] משמש אמד המבטא את מספר התאונות האופייני לאתר.

ככלל, הערכת רמת הבטיחות של אתר מסוים שואפת להציג את מספר התאונות שאופייני לאתר זה. בשל המודעות לתופעת הרגרסיה לממוצע העשויה להתרחש במספרי התאונות שנצפו באתר בטווח הקצר, שכיחות התאונות שנצפתה באתר צריכה לעבור "תיקון" בהתבסס על מספר תאונות צפוי באתרים מסוג זה. חישובים כאלה מבוצעים באמצעות שיטות סטטיסטיות מקבוצת באייס אמפירי (ראה, לדוגמא: PIARC, 2003; HSM, 2010).

כלומר, מספר התאונות שאופייני לאתר מסוים מוערך כשילוב של שני ערכים: (א) תוחלת מספר התאונות שצפוי באתרים מסוג זה (כגון: בקטעי דרכים חד-מסלוליות עם נפח תנועה דומה); (ב) מספר התאונות שנצפה באתר זה בעבר, כאשר שני הערכים משוקללים לערך אחד בהתאם למידת ההומוגניות של התנהגות התאונות שנצפו באתרים מהסוג הנבחן. במשוואה זו, מומלץ כי המרכיב הראשון - תוחלת מספר התאונות בקטעים/ צמתים מסוג מסוים, תיאמד באמצעות מודל סטטיסטי - פונקצית ביצוע בטיחותי.

בעזרת המודלים שפותחו בתנאי הארץ, את מספר התאונות האופייני לקטע דרך מסוים ניתן להעריך באופן הבא.

מספר תאונות אופייני לקטע מסוים מוערך בשתי רמות חומרה של תאונות, כמוצג להלן:

מספר אופייני של תאונות, בשנה	רמת חומרה של תאונות
$M_S = (W_S \cdot SP_S) + (1-W_S) \cdot ACC_S/N$	תאונות חמורות ⁴
$M_L = (W_L \cdot SP_L) + (1-W_L) \cdot ACC_L/N$	תאונות קלות

כאשר:

N - מספר שנים לספירת תאונות הדרכים בקטע;

ACC_L, ACC_S - מספר תאונות חמורות וקלות, בהתאמה, שנצפו בקטע זה לאורך N שנים;

SP_L, SP_S - מספר תאונות חמורות וקלות, בהתאמה, שצפוי בשנה בקטעים מסוג זה;

W_L, W_S - מקדמי שקלול לתאונות חמורות וקלות, בהתאמה;

M_L, M_S - מספר תאונות חמורות וקלות, בהתאמה, שאופייני לקטע דרך זה.

הערכת מספר תאונות צפוי בקטעים מסוג מסוים מבוצעת באמצעות מודלים - פונקציות תפקוד בטיחותי שהותאמו לשני סוגי דרכים.

בעבור קטע דרך חד-מסלולית:

מספר תאונות צפוי בשנה	רמת חומרה של תאונות
$SP_S = L \cdot e^{-9.6048} \cdot V^{0.9487} \cdot e^{-1.2616} = SP_L \cdot e^{-1.2616}$	תאונות חמורות
$SP_L = L \cdot e^{-9.6048} \cdot V^{0.9487}$	תאונות קלות

בעבור קטע דרך דו-מסלולית:

מספר תאונות צפוי בשנה	רמת חומרה של תאונות
$SP_S = L \cdot e^{10.4071} \cdot V^{-2.8110} \cdot e^{-1.4845} \cdot V^{0.1703 \cdot \ln(V)} = SP_L \cdot e^{-1.4845}$	תאונות חמורות
$SP_L = L \cdot e^{10.4071} \cdot V^{-2.8110} \cdot V^{0.1703 \cdot \ln(V)}$	תאונות קלות

כאשר:

L - אורך הקטע, ק"מ;

V - נפח תנועה יומי בקטע, כלי רכב (ממוצע לאורך N שנים);

e - exponent.

מקדמי שקלול לתאונות חמורות/קלות, בהתאמה, מוערכים באופן הבא:

מקדם שקלול	רמת חומרה של תאונות
$W_S = k / [k + (N \cdot SP_S)]$	תאונות חמורות
$W_L = k / [k + (N \cdot SP_L)]$	תאונות קלות

כאשר: לקטעי דרכים חד-מסלוליות $k=0.9876$, לקטעי דרכים דו-מסלוליות $k=1.3984$.

⁴ בעזרת המודלים, התקבלו אומדנים של מספר תאונות אופייני לאתר עבור תאונות חמורות (קטלניות וקשות ביחד) ותאונות קלות. בדיקת רגישות של אמדי יעילות הטיפולים בוצעה עבור שני סוגי תאונות: (א) סה"כ התאונות עם נפגעים (קלות + חמורות), (ב) תאונות חמורות.

3. ממצאים מהערכות יעילות של שיפורי תשתית שונים

כפי שצוין לעיל בפרק 1.3, במחקר זה נבחנו 34 סוגי טיפולים (שיפורים בתשתית) שבוצעו בקטעי דרכים, צמתים ומחלפים. להלן פירוט הערכות של השינויים בתאונות בעקבות טיפולים אלה.

3.1. שיפורי תשתית בקטעי דרכים

במחקר זה נבחנו סה"כ 13 סוגי שיפורים בתשתית שבוצעו בקטעי דרכים (ראה טבלה 1.1).

(1) הסדרת עקומה

טיפול זה בוצע באתר אחד - קטע דרך חד-מסלולית, כמוצג להלן:

תאור	דרך	ק"מ	פרוגרמה	שיפורי תשתית שבוצעו	תקופת ביצוע בשטח	סוג טיפול	מס' טיפול	תקופת "לפני"	תקופת "אחרי"
רמת הכובש שלב ב'	554	5-7	שיפור העקומות במבואות הצומת; הסדרת עקומה	הסדרת עקומה	חודשים 1-10 2009	הסדרת העקומה	1	2006-2008	11/2009-2011

להלן מוצגות, לדוגמא, תוצאות הערכה באתר זה, עבור סך התאונות עם נפגעים:

אתר	טיפול- לפני	טיפול- אחרי	ביקורת לפני	ביקורת אחרי	ביקורת: קטעים חד- מסלוליים
1	21	17	2868	2101	
סה"כ	21	17			

אתר	טיפול- לפני	טיפול- אחרי	O-treatment	O-comp	OR	InOR	w	InOR*w
1	21	17	0.81	0.73	1.11	0.10	9.32	0.93
							9.32 =Sum W	0.93 =Sum ln*w
							1.11 =WME	
							1.96 =z	
							0.58 =left	
							2.10 =right	

ועבור התאונות החמורות:

אתר	טיפול- לפני	טיפול- אחרי	ביקורת לפני	ביקורת אחרי	ביקורת: קטעים חד-מסלוליים
1	6	2	836	494	
סה"כ	6	2			

אתר	טיפול- לפני	טיפול- אחרי	O-treatment	O-comp	OR	InOR	w	InOR*w
1	6	2	0.33	0.59	0.56	-0.57	1.49	-0.85
							1.49 =Sum W	-0.85 =Sum ln*w
							0.56 =effect	
							1.96 =z	
							0.11 =left	
							2.81 =right	

ניתן לראות כי בעקבות טיפול זה השינוי בסך התאונות עם נפגעים מצביע על מגמת עליה, כאשר השינוי בתאונות החמורות נוטה למגמת ירידה, אם כי מדובר במספר תאונות מועט. טבלה 3.1 מסכמת את ממצאי ההערכות עבור סוג טיפול זה.

טבלה 3.1. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 1 - הסדרת עקומה בקטע דרך חד-מסלולית

Table 3.1. Evaluation results for treatment type 1 - curve realignment on a single-carriageway road

משמעות התוצאה	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	קבוצת ביקורת	סוג תאונות
מגמת עליה	+11% [-42% ; +110%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)
מגמת עליה	+24% [-24% ; +103%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"
מגמת עליה	+33% [-32% ; +161%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	בדיקת רגישות*: סך התאונות עם נפגעים

* לאחר התחשבות בתופעת הרגרסיה לממוצע

ניתן לראות כי השינויים בתאונות בעקבות טיפול זה הצביעו על מגמת עליה, הן בסך התאונות עם נפגעים והן בכלל התאונות (ת"ד + כללי עם נפגעים), כאשר עבור התאונות החמורות אין ממצא עקב מיעוט נתוני התאונות באתרי הטיפול. עם זאת, רווחי הסמך של אומדני השינוי בתאונות כה גדולים שלא ניתן לייחס משמעות מעשית לתוצאות שהתקבלו.

(2) הרחבה לדו-מסלולי

טיפול זה בוצע בשני אתרים - קטעי דרך חד-מסלולית, כמוצג להלן :

תאור	דרך	ק"מ	שיפורי תשתית שבוצעו	תקופת ביצוע בשטח	סוג טיפול	מס' טיפול	תקופת "לפני"	תקופת "אחרי"
אחיהוד-חניתה	70	66-77	שינוי גיאומטרי מהותי: הרחבה לדו-מסלולי, שיפור עקומים	2007-2009	הרחבה לדו-מסלולי, שיפור עקומים	2	2004-2006	2010-2011
	85	24-25	הרחבה לדו-מסלולי	2007-2008	הרחבה לדו-מסלולי	2	2004-2006	2009-2011

להלן, מוצגות תוצאות הערכה באתרים אלה, עבור סך התאונות עם נפגעים :

אתר	טיפול- לפני	טיפול- אחרי	ביקורת- לפני	ביקורת- אחרי	ביקורת: קטעים חד- מסלוליים	O-comp	O-treatment	OR	InOR	w	InOR*w	אתר
1	198	77	3297	1921		0.58	0.39	0.67	-0.40	53.02	-21.44	1
2	4	2	3297	2904		0.88	0.50	0.57	-0.57	1.33	-0.75	2
סה"כ	202	79									-22.19	
	טיפול- לפני	טיפול- אחרי	ביקורת- לפני	ביקורת- אחרי								
1	198	77	3297	1921								1
2	4	2	3297	2904								2
	Sum W											
	54.35											
	z											
	1.96											
	WME											
	0.66											
	left											
	0.51											
	right											
	0.87											

ועבור התאונות החמורות :

אתר	טיפול- לפני	טיפול- אחרי	ביקורת- לפני	ביקורת- אחרי	ביקורת: קטעים חד-מסלוליים	O-comp	O-treatment	OR	InOR	w	InOR*w	אתר
1	26	10	931	441		0.47	0.38	0.81	-0.21	7.05	-1.47	1
2	2	0	931	691		0.74	0.05	0.06	-2.75	0.10	-0.26	2
	28	10										
	טיפול- לפני	טיפול- אחרי	ביקורת- לפני	ביקורת- אחרי								
1	26	10	931	441								1
2	2	0	931.1	691.1								2
	Sum W											
	7.15											
	z											
	1.96											
	WME											
	0.78											
	left											
	0.38											
	right											
	1.63											

ניתן לראות כי בעקבות הטיפול השינוי בסך התאונות עם נפגעים מצביע על ירידה, כאשר השינוי בתאונות החמורות מצביע על מגמת ירידה.

טבלה 3.2 מסכמת את ממצאי ההערכות עבור סוג טיפול זה. השינויים בתאונות בעקבות טיפול זה מצביעים על ירידה עקבית בתאונות, כאשר הן בסך התאונות עם נפגעים והן בכלל התאונות נמצאה ירידה מובהקת, ובתאונות החמורות נצפתה מגמת ירידה.

בבדיקת השינויים בתאונות חזית-חזית לא התקבלה תוצאה משמעותית עקב רווח סמך גדול לאומדן השינוי; כמו כן, בהערכה זו היה מיעוט תאונות: 8 לפני ו-6 אחרי, בשני אתרי הטיפול ביחד.

טבלה 3.2. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 2 - הרחבת קטע דרך חד-מסלולית לזו-מסלולית
 Table 3.2. Evaluation results for treatment type 2 - upgrading a single-carriageway to a dual-carriageway road section

משמעות התוצאה	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	קבוצת ביקורת	סוג תאונות
ירידה	-34% [-49% ; -13%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)
מגמת ירידה	-22% [-62% ; +63%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	תאונות חמורות
ירידה	-31% [-41% ; -19%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"
ירידה	-32% [-48% ; -11%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	בדיקת רגישות*: סך התאונות עם נפגעים
מגמת ירידה	-17% [-60% ; +74%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	בדיקת רגישות*: תאונות חמורות

* לאחר התחשבות בתופעת הרגרסיה לממוצע

(3) התקנת מעקה מפרדה, הסדרת מדרכות

טיפול זה בוצע באתר אחד - קטע דרך חד-מסלולית, כמוצג להלן:

תאור	דרך	ק"מ	פרוגרמה	תקופת ביצוע בשטח	סוג טיפול	מס' טיפול	תקופת "לפני"	תקופת "אחרי"
בקעה אל גרביה - 574 אזור התעשייה קטע דר' מע' ק"מ - 9.3-10.3	574	9.3-10.3	התקנת מעקה במפרדה ליד שדרת הדקלים, בחינת ביטול נתיב, הרחבת מדרכה, הסדרת מדרכות, תאורה באזור הבנוי	חודשים 2009 1-6	התקנת מעקה מפרדה, הסדרת מדרכות	3	2006-2008	7/2009-2011

להלן, מוצגות תוצאות הערכה באתר זה, עבור סך התאונות עם נפגעים:

אתר	טיפול לפני	טיפול אחרי	טיפול לפני	טיפול אחרי	ביקורת לפני	ביקורת אחרי	ביקורת: קטעים חד-מסלוליים	OR	lnOR	w	InOR*w	אתר
1	9	9	9	9	2868	2423		1.18	0.17	4.48	0.76	1
סה"כ	9	9	9	9	2868	2423				4.48	0.76	
אתר	טיפול לפני	טיפול אחרי	טיפול לפני	טיפול אחרי	ביקורת לפני	ביקורת אחרי	O-comp	O-treatment				1
1	9	9	9	9	2868	2423	0.84	1.00				

ניתן לראות כי בעקבות הטיפול השינוי בסך התאונות עם נפגעים מצביע על מגמת עליה, אם כי, מספר התאונות באתר הטיפול נמוך, בשתי התקופות. טבלה 3.3 מסכמת את ממצאי ההערכות עבור סוג טיפול זה.

טבלה 3.3. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 3 - התקנת מעקה מפרדה, הסדרת מדרכות
 Table 3.3. Evaluation results for treatment type 3 - median barrier installation, crosswalks' arrangement

משמעות התוצאה	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	קבוצת ביקורת	סוג תאונות
מגמת עליה	+18% [-53% ; +199%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)
מגמת עליה	+49% [-35% ; +240%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"
מגמת עליה	+80% [-36% ; +407%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	בדיקת רגישות*: סך התאונות עם נפגעים

* לאחר התחשבות בתופעת הרגרסיה לממוצע

לסיכום, השינויים בתאונות בעקבות טיפול זה מצביעים על מגמת עליה, הן בסך התאונות עם נפגעים והן בכלל התאונות, אם כי, מספר התאונות באתר הטיפול היה נמוך (עד 10, לפחות באחת התקופות או בשתיהן), מה שגורע ממשמעות הממצאים. גם גודל רווח הסמך, בכל ההערכות, מצביע על אי-וודאות גבוהה של התוצאה.

הערכות נוספות עבור התאונות החמורות ותאונות חזית-חזית היו חסרות משמעות בשל מספרי תאונות קטנים באתר הטיפול: בין 0 עד 3 תאונות, בתקופה.

(4) ריבוד, שיפורים גיאומטריים בקטע - ליד אזור עסקים

טיפול זה בוצע באתר אחד - קטע דרך חד-מסלולית, כמוצג להלן:

תאור	דרך	ק"מ	פרוגרמה	תקופת ביצוע בשטח	סוג טיפול	מס' טיפול	תקופת "לפני"	תקופת "אחרי"
בקעה אל גרביה - 574 אזור עסקים ובי"ס - קטע צפ"מ ק"מ 12.3-11.3	574	12.3-11.3	ריבוד, שיפור בכיכר קיימת, ביטול נתיב בירידה והגדלת רדיוס הסתה, הסדרת חציית הולכי רגל, אחזקת תאורה וביטול שילוט במעגל	חודשים 2009 1-6	ריבוד, שיפורים גיאומטריים בקטע - ליד אזור עסקים	4	2006-2008	7/2009-2011

להלן, מוצגות תוצאות הערכה באתר זה, עבור סך התאונות עם נפגעים:

אתר	טיפול- לפני	טיפול- אחרי	ביקורת- לפני	ביקורת- אחרי	ביקורת: קטעים חד-מסלוליים					
1	2	2	2868	2423						
סה"כ	2	2	2868	2423						
אתר	טיפול- לפני	טיפול- אחרי	ביקורת- לפני	ביקורת- אחרי	O-comp	O-treatment	OR	lnOR	w	lnOR*w
1	2	2	2868	2423	0.84	1.00	1.18	0.17	1.00	0.17
									=Sum ln*w	0.17
									=Sum W	1.00
									=WME	1.18
									=z	1.96
									=left	0.17
									=right	8.41
										18%
										-83%
										741%

ניתן לראות כי בעקבות הטיפול השינוי בסך התאונות עם נפגעים מצביע על מגמת עליה, אם כי, מדובר במיעוט התאונות, בשתי התקופות. טבלה 3.4 מסכמת את ממצאי ההערכות עבור סוג טיפול זה.

טבלה 3.4. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 4 - ריבוד, שיפורים גיאומטריים בקטע, ליד אזור עסקים

Table 3.4. Evaluation results for treatment type 4 - resurfacing, geometric improvements of a road section, near a business area

משמעות התוצאה	מגמת עליה	מגמת עליה	מגמת ירידה
סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)	+18%	[-83% ; +741%]	
כלל התאונות: ת"ד + כלכלי עם נפגעים	+91%	[-54% ; +700%]	
בדיקת רגישות*: סך התאונות עם נפגעים	-11%	[-86% ; +461%]	

* לאחר התחשבות בתופעת הרגרסיה לממוצע

סה"כ, השינויים בתאונות בעקבות טיפול זה מצביעים, לרוב, על מגמת עליה, כאשר מספר התאונות באתר הטיפול היה נמוך מאוד (עד 5, בכל אחת מהתקופות). כמו כן, גודל רווח הסמך, בכל ההערכות, מצביע על אי-וודאות גבוהה של התוצאה. מספר תאונות חמורות באתר זה היה נמוך עוד יותר, 1 לפני ו-0 אחרי, מה שלא מאפשר לבצע הערכה לסוג תאונות זה. מכאן, לשינויים בתאונות בעקבות טיפול זה לא נתקבל אומדן שהיה ניתן ליחס לו משמעות מעשית.

(5) בניית הפרדה (הפיכה לדו-מסלולי) בשטח עירוני

טיפול זה בוצע בשני אתרים - קטעי דרך חד-מסלולית, כמוצג להלן:

תאור	דרך	ק"מ	שיפורי תשתית שבועו	תקופת ביצוע בשטח	סוג טיפול	מס' טיפול	תקופת "לפני"	תקופת "אחרי"
הקמת מפרדה עם מעקות	805	15-18		חודשים 2009 1-6	בניית הפרדה בשטח עירוני (היישוב עראבה)	5	2005-2007	7/2009-2011
יבור- דיר חנא	805	12-15	טיפול במעקות, תמרורים, צבע, עיני חתול, הסדרת שוליים	2007	בניית הפרדה בשטח עירוני (היישוב סכנין)	5	2004-2006	2008-2010

להלן, מוצגות תוצאות הערכה באתרים אלה, עבור סך התאונות עם נפגעים :

אתר	טיפול- לפני	טיפול- אחרי	ביקורת לפני	ביקורת אחרי	ביקורת: קטעים חד- מסלוליים	OR	InOR	w	InOR*w	אתר
1	30	15	3076	2423		0.63	-0.45	9.93	-4.51	1
2	12	11	3297	2810		1.08	0.07	5.72	0.42	2
סה"כ	42	26							-4.10	
	טיפול- לפני	טיפול- אחרי	ביקורת לפני	ביקורת אחרי	O-treatment	O-comp	InOR	w	InOR*w	
	30	15	3076	2423	0.50	0.79	-0.45	9.93	-4.51	
	12	11	3297	2810	0.92	0.85	0.07	5.72	0.42	
							Sum =W	15.64		
							=z	1.96		
										-23%
										-53%
										26%

ניתן לראות כי בעקבות הטיפול השינוי בסך התאונות עם נפגעים מצביע על מגמת ירידה. טבלה 3.5 מסכמת את ממצאי ההערכות עבור סוג טיפול זה.

טבלה 3.5. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 5 - בניית הפרדה (הפיכה לדו מסלולי) בשטח עירוני
Table 3.5. Evaluation results for treatment type 5 – building a median (upgrading to a dual-carriageway road) in an urban area

סוג תאונות	קבוצת ביקורת	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	משמעות התוצאה
סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)	קטעי דרכים חד-מסלוליות	-23% [-53% ; +26%]	מגמת ירידה
תאונות חמורות	קטעי דרכים חד-מסלוליות	-22% [-82% ; +235%]	מגמת ירידה**
כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"	קטעי דרכים חד-מסלוליות	-53% [-66% ; -37%]	ירידה
בדיקת רגישות*: סך התאונות עם נפגעים	קטעי דרכים חד-מסלוליות	-1% [-41% ; +68%]	ללא שינוי
בדיקת רגישות*: תאונות חמורות	קטעי דרכים חד-מסלוליות	+28% [-76% ; +567%]	מגמת עליה**

* לאחר התחשבות בתופעת הרגרסיה לממוצע ** מיעוט נתונים

סה"כ, השינויים בתאונות בעקבות טיפול זה היו מעורבים: בסך התאונות עם נפגעים נצפתה מגמת ירידה אשר נהפכה למקרה "ללא שינוי" לאחר ביצוע תיקון עקב רגרסיה לממוצע; בתאונות החמורות נמצאו מגמות הפוכות, כאשר החישוב מבוצע ללא ועם תיקון עקב רגרסיה לממוצע, בעוד שסה"כ מדובר במקרים עם מיעוט נתונים (בשני האתרים ביחד, עד 8 תאונות, לתקופה). עם זאת, ירידה מובהקת נצפתה בכלל התאונות (ת"ד + כללי עם נפגעים), מה שמצביע על שיפור במצב הבטיחות בעקבות השינוי בתשתית.

בבדיקת השינויים בתאונות חזית-חזית לא התקבלה תוצאה משמעותית עקב רווח סמך גדול לאומדן השינוי, כאשר בהערכה זו היה מיעוט תאונות: 4 לפני ו-5 אחרי, בשני אתרי הטיפול ביחד.

(6) התקנת מעקות - הקמת הפרדה קשיחה

טיפול זה בוצע (א) בארבעה אתרים בקטעי דרך חד-מסלולית, כמפורט להלן:

תאור	דרך	ק"מ	פרוגרמה	תקופת ביצוע בשטח	סוג טיפול	מס' טיפול	תקופת "לפני"	תקופת "אחרי"
מנידו- התשב	66	19-21	מעקות, ריבוד, תאורה	2007	קשיחה הפרדה	6	2004-2006	2008-2010
	66	28.3-30.2	הפרדה קשיחה	חודשים 1-6 2009	קשיחה הפרדה	6	2008	7/2009-2011
עמקים- טבעון	75	35-38	מעקות-הפרדה קשיחה (בטון נייד), ריבוד, תאורה	2007	קשיחה הפרדה	6	2004-2006	2008-2010
	805	20-23	הפרדה קשיחה (מעקה פלדה OBB), ריבוד, צבע, שילוט	2008	קשיחה הפרדה	6	2005-2007	2009-2011

ו-(ב) באתר אחד בקטע דרך דו-מסלולית:

תקופת "אחרי"	תקופת "לפני"	מס' טיפול	סוג טיפול	הערות	תקופת ביצוע בשטח	פרוגרמה	ק"מ	דרך
7/2009- 2011	2006- 2008	6	הפרדה קשיחה	דרך דו- מסלולית	חודשים 1-6 2009	הפרדה קשיחה	1-3	46

להלן מוצגות, לדוגמא, תוצאות הערכת השינוי בתאונות באתרי הדרכים החד-מסלוליות, עבור סך התאונות עם נפגעים :

				ביקורת: קטעים חד-מסלוליים		אתר	טיפול- לפני	טיפול- אחרי	ביקורת לפני	ביקורת אחרי
						1	15	2	2810	2810
						2	8	9	2423	2810
						3	43	15	2810	2810
						4	25	10	2904	2904
						סה"כ	91	36		
				O-comp	O-treatment	אתר	טיפול- לפני	טיפול- אחרי	ביקורת לפני	ביקורת אחרי
lnOR*w	w	lnOR	OR	0.85	0.13	1	15	2	2810	2810
-3.27	1.76	-1.86	0.16	2.69	1.13	2	8	9	2423	2423
-3.67	4.21	-0.87	0.42	0.85	0.35	3	43	15	2810	2810
-9.86	11.04	-0.89	0.41	0.94	0.40	4	25	10	2904	2904
-6.10	7.11	-0.86	0.42							
-22.90	=Sum ln*w									
		Sum =W								
		24.12								
-61%	0.39	=WME								
		1.96	=z							
-74%	0.26	=left								
-42%	0.58	=right								

ניתן לראות כי בעקבות הטיפול בקטעי דרכים חד-מסלוליות בסך התאונות עם נפגעים נצפתה ירידה מובהקת.

כמו כן, להלן מוצגות, לדוגמא, תוצאות הערכת השינוי בתאונות עם נפגעים באתר בדרך הדו-מסלולית :

				ביקורת: קטעים דו-מסלוליים		אתר	טיפול- לפני	טיפול- אחרי	ביקורת לפני	ביקורת אחרי
						1	8	4	3374	3751
						סה"כ	8	4		
				O-comp	O-treatment	אתר	טיפול- לפני	טיפול- אחרי	ביקורת לפני	ביקורת אחרי
lnOR*w	w	lnOR	OR	0.90	0.50	1	8	4	3374	3751
-1.56	2.66	-0.59	0.56			2				
-1.56	=Sum ln*w					3				
		Sum =W								
		2.66								
-44%	0.56	=WME								
		1.96	=z							
-83%	0.17	=left								
85%	1.85	=right								

ניתן לראות כי בעקבות הטיפול בקטע דרך דו-מסלולית השינוי בסך התאונות עם נפגעים מצביע על מגמת ירידה.

טבלה 3.6 מסכמת את ממצאי ההערכות עבור סוג טיפול זה, בקטעי הדרכים החד-מסלוליות והדו-מסלוליות. ניתן לראות שעבור קטעי הדרכים החד-מסלוליות, השינויים בתאונות בעקבות טיפול זה היו עקביים והצביעו על ירידה בכל סוגי התאונות שנבחנו. בהתחשב בממצאים בעוצמה סטטיסטית גבוהה יותר והמתחשבים ביותר גורמי תיקון, לסיכום השפעת טיפול זה ניתן לטעון שהוא מתקשר עם ירידה של 50% בסך התאונות עם נפגעים ועם ירידה של 23% בכלל התאונות (ת"ד + כללי עם נפגעים). בבדיקת השינויים בתאונות חזית-חזית בעקבות טיפול זה התקבלה ירידה מובהקת אך משמעותה מוגבלת עקב מיעוט התאונות שהשתתפו בהערכה: 10 לפני ו-1 אחרי, בכל אתרי הטיפול ביחד.

טבלה 3.6. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 6 - התקנת מעקות - הקמת הפרדה קשיחה
 Table 3.6. Evaluation results for treatment type 6 - barrier installation (building a stiff median)

א - בקטעי דרכים חד-מסלוליות

משמעות התוצאה	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	קבוצת ביקורת	סוג תאונות
ירידה	-61% [-74% ; -42%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)
ירידה	-71% [-89% ; -20%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	תאונות חמורות
ירידה	-23% [-40% ; -2%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	כלל התאונות : ת"ד + "כללי עם נפגעים"
ירידה	-50% [-68% ; -24%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	בדיקת רגישות* : סך התאונות עם נפגעים
מגמת ירידה	-49% [-83% ; +53%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	בדיקת רגישות* : תאונות חמורות
ירידה**	-86% [-98% ; -8%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	תאונות חזית-חזית

ב - בקטע דרך דו-מסלולית

משמעות התוצאה	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	קבוצת ביקורת	סוג תאונות
מגמת ירידה**	-44% [-83% ; +85%]	קטעי דרכים דו-מסלוליות	סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)
מגמת ירידה	-36% [-73% ; +51%]	קטעי דרכים דו-מסלוליות	כלל התאונות : ת"ד + "כללי עם נפגעים"
מגמת ירידה**	-18% [-77% ; +201%]	קטעי דרכים דו-מסלוליות	בדיקת רגישות* : סך התאונות עם נפגעים

* לאחר התחשבות בתופעת הרגרסיה לממוצע ** מיעוט נתונים

באתר בדרך הדו-מסלולית, השינויים בתאונות בעקבות טיפול זה הצביעו על מגמת ירידה בסך התאונות עם נפגעים ובכלל התאונות. עם זאת, מדובר במספרי תאונות נמוכים יחסית באתר הטיפול, לפי תקופה. ההערכות של שינויים בתאונות החמורות ובתאונות חזית-חזית הדגימו רווחי סמך גדולים מאוד, בשל מיעוט הנתונים, מה שגורע משמעות הממצאים עבור סוגי תאונות אלה.

(7) טיפול משולב: טיפול במעקות, סימון מיסעה/תמרור

טיפול זה בוצע (א) בארבעה אתרים בקטעי דרך חד-מסלולית, כמפורט להלן:

תאור	דרך	ק"מ	שיפורי תשתית שבוצעו	תקופת ביצוע בשטח	הערות	סוג טיפול	מס' טיפול	תקופת "לפני"	תקופת "אחרי"
שוקת- ערד	31	17-49	מעקות, צבע	2007	להוציא קטע ליד ערד - בעבודות מ-2010	מעקות, סימון מיסעה	7	2004-2006	2008-2009
	70	77-86	שילוט, תמרור, צבע, מעקות	2007		מעקות, תמרור, סימון	7	2004-2006	2008-2010
	784	4-6	מעקות, תמרור וסימון	2009	"לפני" רק 2008 כי ב-2007 היו שינויים	מעקות, תמרור, סימון	7	2008	2010-2011
	784	22-23	מעקות, תמרור וסימון	2009	"לפני" רק 2008 כי ב-2007 היו שינויים	מעקות, תמרור, סימון	7	2008	2010-2011

ו-(ב) בשלושה אתרים בקטעי דרך דו-מסלולית:

תאור	דרך	ק"מ	שיפורי תשתית שבוצעו	תקופת ביצוע בשטח	סוג טיפול	מס' טיפול	תקופת "לפני"	תקופת "אחרי"
קסם- נ.רבה	5	13-25	מעקות, צבע, עיני חתול	2007	מעקות, צבע, עיני חתול	7	2004-2006	2008-2010
באר שבע- דימונה	25	142-174	מעקות, צבע, עיני חתול	2007	מעקות, צבע, עיני חתול	7	2004-2006	2008-2010
בילו- מחלף לוד	40	263-280	מעקות, תמרור	2007	מעקות, תמרור	7	2004-2006	2008-2010

להלן מוצגות, לדוגמא, תוצאות הערכת השינוי בתאונות באתרי הדרכים החד-מסלוליות, עבור סך

התאונות עם נפגעים :

אתר	טיפול-לפני	טיפול-אחרי	ביקורת-לפני	ביקורת-אחרי	ביקורת מסלוליים: קטעים חד-	OR	lnOR	w	lnOR*w	אתר
1	98	64	3297	1884						1
2	42	35	3297	2810						2
3	4	7	901	1921						3
4	4	3	901	1921						4
סה"כ	148	109								
אתר	טיפול-לפני	טיפול-אחרי	ביקורת-לפני	ביקורת-אחרי	O-comp	O-treatment	lnOR	w	lnOR*w	אתר
1	98	64	3297	1884	0.57	0.65	0.13	37.50	5.01	1
2	42	35	3297	2810	0.85	0.83	-0.02	18.85	-0.42	2
3	4	7	901	1921	2.13	1.75	-0.20	2.53	-0.50	3
4	4	3	901	1921	2.13	0.75	-1.04	1.71	-1.79	4
								60.60	2.30	
								Sum =W		
4%								1.04	=WME	
										1.96
										=z
-19%										0.81
34%										1.34
										=left
										=right

ניתן לראות כי בעקבות הטיפול בקטעי דרכים חד-מסלוליות בסך התאונות עם נפגעים לא היה שינוי.

כמו כן, להלן מוצגות, לדוגמא, תוצאות הערכת השינוי בתאונות עם נפגעים באתרי הדרכים הדו-מסלוליות :

אתר	טיפול-לפני	טיפול-אחרי	ביקורת-לפני	ביקורת-אחרי	ביקורת מסלוליים: קטעים דו-	OR	lnOR	w	lnOR*w	אתר
1	98	60	3766	3924						1
2	59	70	3766	3924						2
3	126	159	3766	3924						3
סה"כ	283	289								
אתר	טיפול-לפני	טיפול-אחרי	ביקורת-לפני	ביקורת-אחרי	O-comp	O-treatment	lnOR	w	lnOR*w	אתר
1	98	60	3766	3924	1.04	0.61	-0.53	36.51	-19.41	1
2	59	70	3766	3924	1.04	1.19	0.13	31.49	4.09	2
3	126	159	3766	3924	1.04	1.26	0.19	67.81	12.99	3
								135.81	-2.33	
								Sum =W		
-2%								0.98	=WME	
										1.96
										=z
-17%										0.83
16%										1.16
										=left
										=right

ניתן לראות כי בעקבות הטיפול בקטעי דרכים דו-מסלוליות בסך התאונות עם נפגעים לא היה שינוי.

טבלה 3.7 מסכמת את ממצאי ההערכות עבור סוג טיפול זה, בקטעי הדרכים החד-מסלוליות והדו-מסלוליות. ניתן לראות כי, בקטעי הדרכים החד-מסלוליות, השינויים בתאונות בעקבות טיפול זה לא היו עקביים : בסך התאונות עם נפגעים לא היה שינוי מעשי (אם כי, לאחר תיקון עקב רגרסיה לממוצע זוהתה מגמת עליה); בתאונות החמורות נצפתה מגמת עליה, אם כי, עם רווחי סמך גדולים מאוד, מה שגורע מהמשמעות המעשית של התוצאה. לעומת זאת, בכלל התאונות נצפתה ירידה כמעט מובהקת (ברמת מובהקות 0.1).

באתרים בדרכים הדו-מסלוליות, בעקבות טיפול זה לא היה שינוי מעשי בסך התאונות עם נפגעים ובתאונות החמורות. לעומת זאת, נצפתה ירידה בכלל התאונות (ת"ד + כללי עם נפגעים).

טבלה 3.7. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 7 - טיפול משולב: מעקות, סימון מיסעה/תמרור
 Table 3.7. Evaluation results for treatment type 7 – a combined treatment: barriers, road marking/signing

א - בקטעי דרכים חד-מסלוליות

משמעות התוצאה	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	קבוצת ביקורת	סוג תאונות
ללא שינוי	+4% [-19% ; +34%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)
מגמת עליה	+44% [-12% ; +135%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	תאונות חמורות
ירידה**	-13% [-27% ; +3%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"
מגמת עליה	+11% [-14% ; +43%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	בדיקת רגישות*: סך התאונות עם נפגעים
מגמת עליה	+54% [-6% ; +153%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	בדיקת רגישות*: תאונות חמורות

א - בקטע דרך דו-מסלולית

משמעות התוצאה	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	קבוצת ביקורת	סוג תאונות
ללא שינוי	-2% [-17% ; +16%]	קטעי דרכים דו-מסלוליות	סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)
מגמת ירידה	-7% [-37% ; +37%]	קטעי דרכים דו-מסלוליות	תאונות חמורות
ירידה	-14% [-22% ; -6%]	קטעי דרכים דו-מסלוליות	כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"
ללא שינוי	-1% [-16% ; +17%]	קטעי דרכים דו-מסלוליות	בדיקת רגישות*: סך התאונות עם נפגעים
ללא שינוי	-2% [-34% ; +44%]	קטעי דרכים דו-מסלוליות	בדיקת רגישות*: תאונות חמורות

* לאחר התחשבות בתופעת הרגרסיה למוצע ** מובהקת ב-ר.מ. 0.10

(8) טיפול משולב: ריבוד, סימון מיסעה, טיפול במעקות

טיפול זה בוצע (א) בשישה אתרים בקטעי דרך חד-מסלולית, כמפורט להלן:

תאור	דרך	ק"מ	פרוגרמה	תקופת ביצוע בשטח	סוג טיפול	מס' טיפול	תקופת "לפני"	תקופת "אחרי"
זכריה-שער הגיא	38	14-28	טיפול במעקות, ריבוד, גיוס בטיחותי, תמרורים, צבע	2007	ריבוד, צבע, מעקות, שילוט	8	2004-2006	2008-2010
טללים-ב"ש	40	148-178	ריבוד, צבע, מעקות	2007	ריבוד, צבע, מעקות	8	2004-2006	2008-2010
	79	4-5	ניתוק שני חיבורים קיימים, ניתוק חיבור אזורי דרך תחנת דלק פז, השלמת מעקות ליד תעלות כ-1000 מ', ריבוד הקטע, עיני חתול, סמני קצה, ו-10, סילוק שילוט פיראטי	חודשים 2009 7-9	ריבוד, צבע, מעקות, שילוט	8	2006-6/2009	10/2009-2011
המוביל-כרמיאל	784	1-4, 6-22, 23-26	ריבוד, אביזרי בטיחות	2007	ריבוד, צבע, מעקות	8	2004-2006	2008-2010
	854	6-7	ריבוד הקטע, השלמת מעקות כ-800 מ', צבע, עיני חתול, ו-10	חודשים 2009 4-9	ריבוד, צבע, מעקות, שילוט	8	2006-3/2009	10/2009-2011
מגיידו-התשבי	66	21-28	מעקות, ריבוד, תאורה	2007	מעקות, ריבוד, תאורה	8	2004-2006	2008-2010

ו-(ב) בשישה אתרים בקטעי דרך דו-מסלולית:

תאור	דר	ק"מ	שיפורי תשתית שבוצעו	תקופת ביצוע בשטח	סוג טיפול	מס' טיפול	תקופת "לפני"	תקופת "אחרי"
שער הגיא-נווה אילן	1	38-46	ריבוד, צבע, שילוט, מעקות בטיחות	2007	ריבוד, צבע, מעקות, שילוט	8	2004-2006	2008-2010
חמד-סכרוב	1	49-56	ריבוד, צבע, מעקות, שילוט	2007	ריבוד, צבע, מעקות, שילוט	8	2004-2006	2008-2010
גלילות רשפון	2	18-29	ריבוד, צבע, שילוט, טיפול במעקות	2007	ריבוד, צבע, מעקות, שילוט	8	2004-2006	2008-2010
מכמורת-זכרון	2	54-79	מעקות בטיחות, ריבוד, תמרורים, עיני חתול	2007	ריבוד, צבע, מעקות, שילוט	8	2004-2006	2008-2010
אשדוד-אשקלון	4	63-79	ריבוד, צבע, מעקות	2007	ריבוד, צבע, מעקות	8	2004-2006	2008-2010
סיירים-מורשה	4	108-125	ריבוד, צבע, טיפול במעקות, עיני חתול	2007	ריבוד, צבע, מעקות, שילוט	8	2004-2006	2008-2010

להלן מוצגות, לדוגמא, תוצאות הערכת השינויים בתאונות באתרי הדרכים החד-מסלוליות, עבור סך התאונות עם נפגעים :

אתר	טיפול לפני	טיפול אחרי	ביקורת לפני	ביקורת אחרי	ביקורת מסלוליים	ביקורת: קטעים חד-מסלוליים
1	83	53	3297	2810	2810	2810
2	58	47	3297	2810	2810	2810
3	26	10	3349	2178	2178	2178
4	145	102	3297	2810	2810	2810
5	12	6	3106	2178	2178	2178
6	19	16	3297	2810	2810	2810
סה"כ	343	234				

אתר	טיפול לפני	טיפול אחרי	ביקורת לפני	ביקורת אחרי	O-treatment	O-comp	OR	lnOR	w	lnOR*w
1	83	53	3297	2810	0.64	0.85	0.75	-0.29	31.67	-9.14
2	58	47	3297	2810	0.81	0.85	0.95	-0.05	25.53	-1.29
3	26	10	3349	2178	0.38	0.65	0.59	-0.53	7.18	-3.77
4	145	102	3297	2810	0.70	0.85	0.83	-0.19	57.60	-11.06
5	12	6	3106	2178	0.50	0.70	0.71	-0.34	3.99	-1.35
6	19	16	3297	2810	0.84	0.85	0.99	-0.01	8.64	-0.10
									=Sum ln*w	-26.71
								Sum =W	134.61	
-18%									0.82	=WME
									1.96	=z
-31%									0.69	=left
-3%									0.97	=right

ניתן לראות כי בעקבות הטיפול בקטעי דרכים חד-מסלוליות בסך התאונות עם נפגעים נצפתה ירידה.

כמו כן, להלן מוצגות, לדוגמא, תוצאות הערכת השינויים בתאונות עם נפגעים באתרי הדרכים החד-מסלוליות :

אתר	טיפול לפני	טיפול אחרי	ביקורת לפני	ביקורת אחרי	ביקורת מסלוליים	ביקורת: קטעים חד-מסלוליים
1	59	49	3766	3924	3924	3924
2	99	64	3766	3924	3924	3924
3	162	152	3766	3924	3924	3924
4	222	137	3766	3924	3924	3924
5	108	74	3766	3924	3924	3924
6	469	413	3766	3924	3924	3924
סה"כ	1119	889				

אתר	טיפול לפני	טיפול אחרי	ביקורת לפני	ביקורת אחרי	O-treatment	O-comp	OR	lnOR	w	lnOR*w
1	59	49	3766	3924	0.83	1.04	0.80	-0.23	26.40	-5.99
2	99	64	3766	3924	0.65	1.04	0.62	-0.48	38.10	-18.19
3	162	152	3766	3924	0.94	1.04	0.90	-0.10	75.35	-7.90
4	222	137	3766	3924	0.62	1.04	0.59	-0.52	81.14	-42.50
5	108	74	3766	3924	0.69	1.04	0.66	-0.42	42.93	-18.00
6	469	413	3766	3924	0.88	1.04	0.85	-0.17	197.09	-33.16
									Sum =ln*w	-125.73
								Sum =W	461.01	
-24%									0.76	=WME
									1.96	=z
-31%									0.69	=left
-17%									0.83	=right

ניתן לראות כי בעקבות הטיפול בקטעי דרכים חד-מסלוליות בסך התאונות עם נפגעים נמצאה ירידה.

טבלה 3.8 מסכמת את ממצאי ההערכות עבור סוג טיפול זה, בקטעי הדרכים החד-מסלוליות והדו-מסלוליות. ניתן לראות כי, בקטעי הדרכים החד-מסלוליות, בעקבות טיפול זה נמצאה ירידה מובהקת הן בתאונות עם נפגעים והן בכלל התאונות, כאשר בתאונות החמורות לא היה שינוי.

לעומת זאת, באתרים בדרכים הדו-מסלוליות, בעקבות טיפול זה נמצאה ירידה מובהקת בתאונות עם נפגעים, כאשר בתאונות החמורות ובכלל התאונות לא היה שינוי.

טבלה 3.8. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 8 - טיפול משולב: ריבוד, סימון מיסעה, טיפול במעקות

Table 3.8. Evaluation results for treatment type 8 - a combined treatment: resurfacing, road marking, barriers' treatment

א - בקטעי דרכים חד-מסלוליות

משמעות התוצאה	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	קבוצת ביקורת	סוג תאונות
ירידה	-18% [-31% ; -3%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)
ללא שינוי	+1% [-31% ; +49%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	תאונות חמורות
ירידה	-20% [-28% ; -11%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"
ירידה	-16% [-29% ; -1%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	בדיקת רגישות*: סך התאונות עם נפגעים
ללא שינוי	+5% [-29% ; +54%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	בדיקת רגישות*: תאונות חמורות

א - בקטע דרך דו-מסלולית

משמעות התוצאה	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	קבוצת ביקורת	סוג תאונות
ירידה	-24% [-31% ; -17%]	קטעי דרכים דו-מסלוליות	סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)
ללא שינוי	-4% [-25% ; +22%]	קטעי דרכים דו-מסלוליות	תאונות חמורות
ללא שינוי	0% [-4% ; +5%]	קטעי דרכים דו-מסלוליות	כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"
ירידה	-23% [-30% ; -16%]	קטעי דרכים דו-מסלוליות	בדיקת רגישות*: סך התאונות עם נפגעים
ללא שינוי	0% [-22% ; +28%]	קטעי דרכים דו-מסלוליות	בדיקת רגישות*: תאונות חמורות

* לאחר התחשבות בתופעת הרגרסיה לממוצע

(9) טיפול משולב: טיפול במעקות, ריבוד, שוליים

טיפול זה בוצע בחמישה אתרים בקטעי דרך חד-מסלולית, כמפורט להלן:

תקופת "אחרי"	תקופת "לפני"	מס' טיפול	סוג טיפול	תקופת ביצוע בשטח	פרוגרמה	ק"מ	דרך	תאור
2008-2010	2004-2006	9	שילוט, מעקות, עבודות מיסעה, שוליים	2007	גיזום בטיחותי, שילוט, מעקות, עבודות מסעה, שוליים	223-242*	4	אפק-נהריה
2008-2010	2004-2006	9	מעקות, ריבוד, שוליים	2007	מעקות, ריבוד, שוליים	0-27*	89	נהריה-חורפיש
2008-2010	2004-2006	9	מעקות, שוליים, תמרור, עיני חתול	2007	מעקות, שוליים, תמרור, עיני חתול	11-13	781	אבליים-מצפה אביב
2008-2010	2004-2006	9	טיפול במעקות, תמרורים, צבע, עיני חתול, הסדרת שוליים	2007		0-12	805	יבור-דיר חנא
2008-2010	2004-2006	9	טיפול במעקות, תמרורים, צבע, עיני חתול, הסדרת שוליים	2007		18-20	805	יבור-דיר חנא

* סוג דרך מעורב, כולל קטע דו-מסלולי

להלן, לדוגמא, מוצגות תוצאות הערכה באתרים אלה, עבור סך התאונות עם נפגעים. ניתן לראות כי בעקבות הטיפול נצפתה ירידה בסך התאונות עם נפגעים. בהמשך, טבלה 3.9 מסכמת את ממצאי ההערכות עבור סוג טיפול זה.

סה"כ, בעקבות טיפול זה, נצפו ירידות מובהקות בסך התאונות עם נפגעים ובכלל התאונות. לעומת זאת, בקרב התאונות החמורות לא נמצא שינוי חיובי אלא נצפתה מגמת עליה (לא מובהקת).

אתר	טיפול- לפני	טיפול- אחרי	ביקורת לפני	ביקורת אחרי	ביקורת: קטעים חד- מסלוליים	O-comp	O-treatment	lnOR*w	w	lnOR	OR	אתר
1	318	216	3297	2810		0.85	0.68	-26.91	118.58	-0.23	0.80	1
2	159	135	3297	2810		0.85	0.85	-0.26	69.66	0.00	1.00	2
3	26	12	3297	2810		0.85	0.46	-5.01	8.17	-0.61	0.54	3
4	49	40	3297	2810		0.85	0.82	-0.94	21.71	-0.04	0.96	4
5	23	13	3297	2810		0.85	0.57	-3.39	8.26	-0.41	0.66	5
סה"כ	575	416						-36.51	=Sum ln*w			
	טיפול- לפני	טיפול- אחרי	ביקורת לפני	ביקורת אחרי						Sum =W		
	318	216	3297	2810						226.37		
	159	135	3297	2810						1.96	=z	
	26	12	3297	2810								
	49	40	3297	2810								
	23	13	3297	2810								
								-15%	0.85	=WME		
								-25%	0.75	=left		
								-3%	0.97	=right		

טבלה 3.9. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 9 - טיפול משולב: טיפול במעקות, ריבוד, שוליים
Table 3.9. Evaluation results for treatment type 9 - a combined treatment: barriers, resurfacing, shoulders

משמעות התוצאה	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	קבוצת ביקורת	סוג תאונות
ירידה	-15% [-25% ; -3%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)
ללא שינוי	+5% [-24% ; +45%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	תאונות חמורות
ירידה	-19% [-25% ; -13%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"
ירידה	-12% [-23% ; 0%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	בדיקת רגישות*: סך התאונות עם נפגעים
מגמת עליה	+12% [-20% ; +55%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	בדיקת רגישות*: תאונות חמורות

* לאחר התחשבות בתופעת הרגרסיה לממוצע

(10) טיפול משולב: שילוט, עבודות מיסעה, שוליים

טיפול זה בוצע (א) באתר אחד בדרך חד-מסלולית, כמפורט להלן:

תאור	דרך	ק"מ	שיפורי תשתית שבוצעו	תקופת ביצוע בשטח	סוג טיפול	מס' טיפול	תקופת "לפני"	תקופת "אחרי"
אחיהוד- חנניה	85	25-31	מיסעה, שוליים, שילוט, תמרור	2008	שילוט, עבודות מיסעה, שוליים	10	2005-2007	2009-2011

ו-(ב) באתר אחד בדרך דו-מסלולית:

תאור	דרך	ק"מ	שיפורי תשתית שבוצעו	תקופת ביצוע בשטח	סוג טיפול	מס' טיפול	תקופת "לפני"	תקופת "אחרי"
אחיהוד- חנניה	85	8-24	מיסעה, שוליים, שילוט, תמרור	2008	שילוט, עבודות מיסעה, שוליים	10	2005-2007	2009-2011

להלן מוצגות, לדוגמא, תוצאות הערכת השינוי בתאונות באתר בדרך החד-מסלולית, עבור סך

התאונות עם נפגעים:

אתר	טיפול- לפני	טיפול- אחרי	ביקורת- לפני	ביקורת- אחרי	ביקורת: קטעים חד-מסלוליים	O-comp	O-treatment	lnOR*w	w	lnOR	OR	אתר
1	74	59	3076	2904		0.94	0.80	-5.43	32.12	-0.17	0.84	1
	74	59						-5.43	=Sum ln*w			
									32.12	=Sum W		
								-16%	0.84	=WME		
								-40%	0.60	=left		
								19%	1.19	=right		

ניתן לראות כי בעקבות הטיפול בקטע דרך חד-מסלולית בסך התאונות עם נפגעים נצפתה מגמת ירידה.

כמו כן, להלן מוצגות, לדוגמא, תוצאות הערכת השינוי בתאונות עם נפגעים באתר בדרך הדו-מסלולית:

אתר	טיפול- לפני	טיפול- אחרי	ביקורת- לפני	ביקורת- אחרי	ביקורת: קטעים דו-מסלוליים	O-treatment	O-comp	OR	lnOR	w	lnOR*w
1	186	174	3756	4017		0.94	1.07	0.87	-0.13	85.92	-11.50
	186	174								=Sum ln*w	-11.50
	טיפול- לפני	טיפול- אחרי	ביקורת- לפני	ביקורת- אחרי						=Sum W	85.92
	186	174	3756	4017						=z	1.96
										0.87	=WME
											-13%
										0.71	=left
										1.08	=right
											8%

ניתן לראות כי, בעקבות הטיפול, גם בקטע דרך דו-מסלולית בסך התאונות עם נפגעים נצפתה מגמת ירידה.

טבלה 3.10 מסכמת את ממצאי ההערכות עבור סוג טיפול זה, בקטעי הדרכים החד-מסלוליות והדו-מסלוליות. ניתן לראות שעבור קטע דרך חד-מסלולית, נמצאה מגמת ירידה בכל סוגי התאונות שנבחנו: סך התאונות עם נפגעים, תאונות חמורות, כלל התאונות.

לעומת זאת, באתר בדרך הדו-מסלולית, נצפו מגמות ירידה בסך התאונות עם נפגעים ובתאונות החמורות, כאשר בכלל התאונות (ת"ד + כללי עם נפגעים) נמצאה עליה.

טבלה 3.10. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 10 - טיפול משולב: שילוט, עבודות מיסעה, שוליים
Table 3.10. Evaluation results for treatment type 10 - a combined treatment: signing, pavement works, shoulders

א - בקטע דרך חד-מסלולית

משמעות התוצאה	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	קבוצת ביקורת	סוג תאונות
מגמת ירידה	[-40% ; +19%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)
מגמת ירידה	[-82% ; +22%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	תאונות חמורות
מגמת ירידה	[-29% ; +9%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	כלל התאונות: ת"ד + כללי עם נפגעים
מגמת ירידה	[-39% ; +23%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	בדיקת רגישות*: סך התאונות עם נפגעים
מגמת ירידה	[-80% ; +34%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	בדיקת רגישות*: תאונות חמורות

א - בקטע דרך דו-מסלולית

משמעות התוצאה	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	קבוצת ביקורת	סוג תאונות
מגמת ירידה	[-29% ; +8%]	קטעי דרכים דו-מסלוליות	סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)
מגמת ירידה	[-57% ; +50%]	קטעי דרכים דו-מסלוליות	תאונות חמורות
עליה	[+26% ; +58%]	קטעי דרכים דו-מסלוליות	כלל התאונות: ת"ד + כללי עם נפגעים
מגמת ירידה	[-27% ; +12%]	קטעי דרכים דו-מסלוליות	בדיקת רגישות*: סך התאונות עם נפגעים
מגמת ירידה	[-53% ; +70%]	קטעי דרכים דו-מסלוליות	בדיקת רגישות*: תאונות חמורות

* לאחר התחשבות בתופעת הרגרסיה לממוצע

(11) טיפול משולב: ריבוד, התקנת סופגי אנרגיה, טיפול במעקות

טיפול זה בוצע באתר אחד - קטע דרך דו-מסלולית, כמוצג להלן:

תקופת "אחרי"	תקופת "לפני"	מס' טיפול	סוג טיפול	תקופת ביצוע בשטח	פרוגרמה	ק"מ	דרך	תאור
2008-2010	2004-2006	11	ריבוד, התקנת סופגי אנרגיה, טיפול במעקות	2007	ריבוד, התקנת סופגי אנרגיה, טיפול במעקות, גיזום בטיחותי	29-54	2	רשפון-מכמורת

להלן מוצגות, לדוגמא, תוצאות הערכה באתר זה, עבור סך התאונות עם נפגעים:

אתר	טיפול לפני	טיפול אחרי	ביקורת לפני	ביקורת אחרי	ביקורת: קטעים דו-מסלוליים	O-comp	O-treatment	lnOR*w	w	OR	lnOR	Sum =W	Sum =z	אתר
1	189	207	3766	3924		1.04	1.10	4.69	93.96	1.05	0.05	93.96	1.96	1
סה"כ	189	207	3766	3924				4.69	=Sum ln*w	1.05		=W	=z	
								5%	1.05	=WME				
								-14%	0.86	=left				
								29%	1.29	=right				

ניתן לראות כי בעקבות הטיפול לא היה שינוי בסך התאונות עם נפגעים. טבלה 3.11 מסכמת את ממצאי ההערכות עבור סוג טיפול זה.

טבלה 3.11. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 11 - טיפול משולב: ריבוד, התקנת סופגי אנרגיה, טיפול במעקות

Table 3.11. Evaluation results for treatment type 11 - a combined treatment: resurfacing, crash cushion installation, barriers' treatment

משמעות התוצאה	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	קבוצת ביקורת	סוג תאונות
ללא שינוי	+5% [-14% ; +29%]	קטעי דרכים דו-מסלוליות	סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)
ללא שינוי	-3% [-42% ; +60%]	קטעי דרכים דו-מסלוליות	תאונות חמורות
ירידה	-17% [-24% ; -11%]	קטעי דרכים דו-מסלוליות	כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"
ללא שינוי	+4% [-15% ; +28%]	קטעי דרכים דו-מסלוליות	בדיקת רגישות*: סך התאונות עם נפגעים
ללא שינוי	-4% [-42% ; +60%]	קטעי דרכים דו-מסלוליות	בדיקת רגישות*: תאונות חמורות

* לאחר התחשבות בתופעת הרגרסיה לממוצע

לסיכום, בעקבות טיפול זה לא נמצא שינוי בסך התאונות עם נפגעים ובתאונות החמורות, כאשר בכלל התאונות (ת"ד + כללי עם נפגעים) נמצאה ירידה מובהקת.

12) טיפולי מיסעה, סימון, עיני חתול

טיפול זה בוצע באתר אחד - קטע דרך חד-מסלולית, כמוצג להלן:

תקופת "אחרי"	תקופת "לפני"	מס' טיפול	סוג טיפול	תקופת ביצוע בשטח	פרוגרמה	ק"מ	דרך	תאור
2008-2010	2004-2006	12	טיפול מיסעה, סימון, עיני חתול	2007	הטלאות, צבע, עיני חתול	45-61	65	עפוּלה-כפר תבור

להלן מוצגות, לדוגמא, תוצאות הערכה באתר זה, עבור סך התאונות עם נפגעים:

אתר	טיפול לפני	טיפול אחרי	ביקורת לפני	ביקורת אחרי	ביקורת: קטעים חד-מסלוליים	O-comp	O-treatment	lnOR*w	w	OR	lnOR	Sum =W	Sum =z	אתר
1	133	113	3297	2810		0.85	0.85	-0.18	58.73	1.00	0.00	58.73	1.96	1
סה"כ	133	113	3297	2810				-0.18	=Sum ln*w	1.00		=W	=z	
								0%	1.00	=WME				
								-23%	0.77	=left				
								29%	1.29	=right				

ניתן לראות כי בעקבות הטיפול לא היה שינוי בסך התאונות עם נפגעים.

טבלה 3.12 מסכמת את ממצאי ההערכות עבור סוג טיפול זה. סה"כ, בעקבות טיפול זה לא נמצא שינוי בסך התאונות עם נפגעים, נצפתה מגמת ירידה בתאונות החמורות וכן, נמצאה ירידה מובהקת בכלל התאונות (ת"ד + כללי עם נפגעים).

טבלה 3.12. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 12 - טיפולי מיסעה, סימון, עיני חתול

Table 3.12. Evaluation results for treatment type 12 - pavement treatment, road marking, raised pavement markers

משמעות התוצאה	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	קבוצת ביקורת	סוג תאונות
ללא שינוי	0% [-23% ; +29%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)
מגמת ירידה	-31% [-61% ; +25%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	תאונות חמורות
ירידה	-23% [-38% ; -5%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"
ללא שינוי	+1% [-22% ; +30%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	בדיקת רגישות*: סך התאונות עם נפגעים
מגמת ירידה	-28% [-60% ; +30%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	בדיקת רגישות*: תאונות חמורות

* לאחר התחשבות בתופעת הרגרסיה לממוצע

(13) שיפורי תמרור

טיפול זה בוצע באתר אחד - קטע דרך חד-מסלולית, כמוצג להלן:

תאור	דרך	ק"מ	פרוגרמה	תקופת ביצוע בשטח	סוג טיפול	מס' טיפול	תקופת "לפני"	תקופת "אחרי"
התבור- גולני	65	61-70	תמרור	2007	תמרור	13	2004-2006	2008-2010

להלן מוצגות, לדוגמא, תוצאות הערכה באתר זה, עבור סך התאונות עם נפגעים:

אתר	טיפול -לפני	טיפול- אחרי	ביקורת -לפני	ביקורת -אחרי	ביקורת מסלוליים	O- comp	O- treatment	lnOR	OR	w	lnOR*w
1	22	26	3297	2810		0.85	1.18	0.33	1.39	11.82	3.86
סה"כ	22	26								Sum ln*w	3.86
אתר	טיפול -לפני	טיפול- אחרי	ביקורת -לפני	ביקורת -אחרי	ביקורת מסלוליים	O- comp	O- treatment	lnOR <th>OR</th> <th>w</th> <th>lnOR*w</th>	OR	w	lnOR*w
1	22	26	3297	2810		0.85	1.18	0.33	1.39	11.82	3.86
								Sum		=W	11.82
										=z	1.96
										=WME	1.39
										=left	0.78
										=right	2.45

ניתן לראות כי בעקבות הטיפול בסך התאונות עם נפגעים נצפתה מגמת עליה.

טבלה 3.13 מסכמת את ממצאי ההערכות עבור סוג טיפול זה. סה"כ, בעקבות טיפול זה נצפתה מגמת עליה בסך התאונות עם נפגעים ומגמת ירידה בתאונות החמורות, כאשר בשני המקרים התקבלו רווחי סמך גדולים, מה שגורע מהמשמעות המעשית של הממצאים. עבור כלל התאונות (ת"ד + כללי עם נפגעים), נמצאה מגמת ירידה, עם רווח סמך קטן יותר.

טבלה 3.13. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 13 - שיפורי תמרור

Table 3.13. Evaluation results for treatment type 13 - signing improvements

משמעות התוצאה	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	קבוצת ביקורת	סוג תאונות
מגמת עליה	+39% [-22% ; +145%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)
מגמת ירידה	-14% [-67% ; +128%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	תאונות חמורות
מגמת ירידה	-19% [-47% ; +25%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"
מגמת עליה	+37% [-22% ; +141%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	בדיקת רגישות*: סך התאונות עם נפגעים
מגמת ירידה	-7% [-65% ; +150%]	קטעי דרכים חד-מסלוליות	בדיקת רגישות*: תאונות חמורות

* לאחר התחשבות בתופעת הרגרסיה לממוצע

3.2. שיפורי תשתית בצמתים

במחקר זה נבחנו 15 סוגים של שיפורי תשתית בצמתים (ראה טבלה 1.2 בפרק 1). להלן פירוט ההערכות של השינויים בתאונות בעקבות טיפולים אלה.

(1) מעגל תנועה

טיפול זה בוצע ב-9 צמתים לא מרומזרים, כמוצג להלן:

שם צומת	דרך 1	דרך 2	תקופת ביצוע בשטח	סוג אתר	סוג טיפול	מס' טיפול	תקופת "לפני"	תקופת "אחרי"
טירה	554		חודשים 6-2009 11	צומת לא מרומזר, 3 זרועות	מעגל תנועה	1	2006-5/2009	12/2009-2011
חניתה	899	8990	2008	צומת לא מרומזר, 3 זרועות	מעגל תנועה	1	2005-2007	2009-2011
המגרסות	3965	ק"מ 15.0	2008	צומת לא מרומזר, 3 זרועות	מעגל תנועה	1	2005-2007	2009-2011
כניסה לכפר מנדא	784	ק"מ 6.2	חודשים 7-2008 12	צומת לא מרומזר, 3 זרועות	מעגל תנועה	1	2005-6/2008	2009-2011
כניסה לפארדיס	4		2009	צומת לא מרומזר, 3 זרועות	מעגל תנועה	1	2006-2008	2010-2011
אבו סטאן	70		חודשים 1-6-2009	צומת לא מרומזר, 3 זרועות	מעגל תנועה	1	2006-2008	7/2009-2011
שאן	90		חודשים 1-6-2009	צומת לא מרומזר, 3 זרועות	מעגל תנועה	1	2006-2008	7/2009-2011
צומת תל מונד	553		חודשים 1-6-2009	צומת לא מרומזר, 3 זרועות	מעגל תנועה	1	2006-2008	7/2009-2011
גבעת עדה	652		חודשים 1-6-2009	צומת לא מרומזר, 3 זרועות	מעגל תנועה	1	2006-2008	7/2009-2011

להלן מוצגות, לדוגמא, תוצאות הערכה באתרים אלה, עבור סך התאונות עם נפגעים:

אתר	טיפול לפני	טיפול אחרי	ביקורת לפני	ביקורת אחרי	ביקורת צמתים לא מרומזרים לא עירוניים					
1	7	2	2935	716						
2	11	9	2580	1347						
3	0	0	2580	1347						
4	25	3	3053	1347						
5	2	0	2623	492						
6	10	1	2623	990						
7	19	4	2623	990						
8	9	2	2623	990						
9	5	0	2623	990						
סה"כ	88	21								
אתר	טיפול לפני	טיפול אחרי	ביקורת לפני	ביקורת אחרי	O- comp	O- treatment	lnOR*w	w	lnOR	OR
1	7	2	2935	716	0.24	0.29	0.25	1.55	0.16	1.17
2	11	9	2580	1347	0.52	0.82	2.21	4.92	0.45	1.57
3	0	0	2580	1347	0.52	1.00	0.03	0.05	0.65	1.92
4	25	3	3053	1347	0.44	0.12	-3.48	2.67	-1.30	0.27
5	2	0	2623	492	0.19	0.05	-0.13	0.10	-1.37	0.25
6	10	1	2623	990	0.38	0.10	-1.21	0.91	-1.33	0.26
7	19	4	2623	990	0.38	0.21	-1.92	3.29	-0.58	0.56
8	9	2	2623	990	0.38	0.22	-0.86	1.63	-0.53	0.59
9	5	0	2623	990	0.38	0.02	-0.29	0.10	-2.96	0.05
							-5.40	=Sum ln*w		
									Sum =W	
									15.22	
-30%										0.70 =WME
									1.96	=z
-58%										0.42 =left
16%										1.16 =right

ניתן לראות כי בעקבות טיפול זה השינוי בסך התאונות עם נפגעים מצביע על מגמת ירידה. טבלה 3.14 מסכמת את ממצאי ההערכות עבור סוג טיפול זה.

טבלה 3.14. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 1 בצמתים - הקמת מעגל תנועה בצומת לא מרומזר
Table 3.14. Evaluation results for treatment type 1 at junctions - building a roundabout

משמעות התוצאה	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	קבוצת ביקורת	סוג תאונות
מגמת ירידה	-30% [-58% ; +16%]	צמתים לא מרומזרים	סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)
אין ממצא, מיעוט נתונים	+52% [-62% ; +506%]	צמתים לא מרומזרים	תאונות חמורות
מגמת ירידה	-19% [-43% ; +16%]	צמתים לא מרומזרים	כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"

ניתן לראות כי השינויים בתאונות בעקבות טיפול זה הצביעו על מגמת ירידה, הן בסך התאונות עם נפגעים והן בכלל התאונות (ת"ד + כללי עם נפגעים), כאשר עבור התאונות החמורות אין ממצא עקב מיעוט נתוני התאונות באתרי הטיפול (סה"כ באתרי הטיפול היו 8 תאונות חמורות לפני ו-3 תאונות אחרי).

כמו כן, ראוי לציין שבעקבות הטיפול, בכל הצמתים המספר המוחלט של התאונות עם נפגעים ירד. **ללא שני צמתים** שעבורם הירידה בתאונות בעקבות הטיפול היתה קטנה יותר לעומת קבוצת הביקורת (צומת טירה וצומת חניתה), הקמת מעגל תנועה היתה מזוהה עם ירידה מובהקת של 59% בתאונות עם נפגעים, עם רווח סמך [-21% ; -79%].

(2) רמזור צומת

טיפול זה בוצע ב-14 צמתים לא מרומזרים, כמוצג להלן:

שם צומת	דרך 1	דרך 2	תקופת ביצוע בשטח	סוג טיפול	מס' טיפול	תקופת "לפני"	תקופת "אחרי"
כניסה לטייבה	444		2007	רמזור צומת, ריבוד, הסדרה	2	2004-2006	2008-2010
שבי ציון רגבה, 2 צמתים	4	ק"מ 237.2 237.3	חודשים 2008 5-10	רמזור צומת	2	2005-2007	2009-2011
בארות יצחק	40		חודשים 2008 5-10	רמזור צומת	2	2005-2007	2009-2011
גילון - הר גילון ק"מ 13.9	85		חודשים 2008 6-11	רמזור צומת	2	2005-2007	2009-2011
מגיד אל כרום מזרח	85		חודשים 2008 7-12	רמזור צומת	2	2005-2007	2009-2011
כניסה למגיד אל כרום מערב	85	ק"מ 15.8	חודשים 2008 7-12	רמזור צומת	2	2005-2007	2009-2011
אבן שמואל	40		חודשים 2008 7-12	רמזור צומת	2	2005-6/2008	2009-2011
כפר סבא מזרח	55	5504	חודשים 2009 1-9	רמזור צומת, הסדרה	2	2006-2008	2010-2011
כניסה לסתריה	40	ק"מ 265.8	חודשים 2009 7-12	רמזור צומת	2	2006-6/2009	2010-2011
נרבנה	574	6403	חודשים 2009 1-6	רמזור צומת	2	2006-2008	7/2009-2011
הודיה	3	232	חודשים 2009 1-6	רמזור צומת	2	2006-2008	7/2009-2011
צומת חניאל	57		חודשים 2009 1-6	רמזור צומת	2	2006-2008	7/2009-2011
צומת ניר ישראל	3		חודשים 2009 1-6	רמזור צומת	2	2006-2008	7/2009-2011
תלמי יפה	4	3412	חודשים 2009 2-7	רמזור צומת	2	2006-2008	8/2009-2011

להלן מוצגות, לדוגמא, תוצאות הערכה באתרים אלה, עבור סך התאונות עם נפגעים :

אתר	טיפול לפני	טיפול-אחרי	ביקורת-לפני	ביקורת-אחרי	ביקורת: צמתים לא מרומזרים לא עירוניים					
1	30	4	2747	2074						
2	13	15	2580	1347						
3	12	1	2580	1347						
4	10	5	2580	1347						
5	10	7	2580	1347						
6	13	8	2580	1347						
7	3	1	3053	1347						
8	21	4	2623	492						
9	2	1	2980	492						
10	9	6	2623	990						
11	9	2	2623	990						
12	7	0	2623	990						
13	6	3	2623	990						
14	5	0	2623	934						
סה"כ	150	57								
אתר	טיפול לפני	טיפול-אחרי	ביקורת-לפני	ביקורת-אחרי	O-comp	O-treatment	lnOR*w	w	lnOR	OR
1	30	4	2747	2074	0.76	0.13	-6.10	3.52	-1.73	0.18
2	13	15	2580	1347	0.52	1.15	5.48	6.91	0.79	2.21
3	12	1	2580	1347	0.52	0.08	-1.69	0.92	-1.83	0.16
4	10	5	2580	1347	0.52	0.50	-0.14	3.32	-0.04	0.96
5	10	7	2580	1347	0.52	0.70	1.20	4.10	0.29	1.34
6	13	8	2580	1347	0.52	0.62	0.81	4.92	0.16	1.18
7	3	1	3053	1347	0.44	0.33	-0.21	0.75	-0.28	0.76
8	21	4	2623	492	0.19	0.19	0.05	3.33	0.02	1.02
9	2	1	2980	492	0.17	0.50	0.74	0.67	1.11	3.03
10	9	6	2623	990	0.38	0.67	2.04	3.58	0.57	1.77
11	9	2	2623	990	0.38	0.22	-0.86	1.63	-0.53	0.59
12	7	0	2623.1	990.1	0.38	0.01	-0.32	0.10	-3.29	0.04
13	6	3	2623	990	0.38	0.50	0.56	1.99	0.28	1.32
14	5	0	2623.1	934.1	0.36	0.02	-0.28	0.10	-2.90	0.06
							1.26	=Sum ln*w		
									35.85	Sum =W
										1.96 =z
										4% =WME
										-25% =left
										44% =right

ניתן לראות כי בעקבות טיפול זה לא היה שינוי בסך התאונות עם נפגעים. ניתן להבחין גם כי ב-4 צמתים המודגשים באדום שהם שבי ציון/רגבה; מגיד אל כרום מזרח; כניסה למגיד אל כרום מערב; נרבתה - נצפה מספר תאונות גבוה בתקופת אחרי הטיפול, דהיינו התקנת רמזור לא הביאה לירידה במספר התאונות בצומת. טבלה 3.15 מסכמת את ממצאי ההערכות עבור סוג טיפול זה.

טבלה 3.15. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 2 בצמתים - רימזור צומת

Table 3.15. Evaluation results for treatment type 2 at junctions - traffic lights' installation

סוג תאונות	קבוצת ביקורת	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	משמעות התוצאה
סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)	צמתים לא מרומזרים	+4% [-25% ; +44%]	ללא שינוי
תאונות חמורות	צמתים לא מרומזרים	-2% [-69% ; +209%]	ללא שינוי
כלל התאונות: ת"ד + כללי עם נפגעים	צמתים לא מרומזרים	+37% [+10% ; +70%]	עליה

מטבלה 3.15 ניתן לראות כי השינויים בתאונות בעקבות טיפול זה הצביעו על עליה בכלל התאונות (ת"ד + כללי עם נפגעים), במקביל עם אי-שינוי בסך התאונות עם נפגעים ובתאונות החמורות. ממצאים אלה סותרים את ממצאי הספרות ואת הממצאים הקודמים בישראל לגבי השפעת רימזור צומת על תאונות. ייתכן ובחלק מאתרי הטיפול, במקרה הנוכחי, נדרש טיפול בטיחותי נוסף, פרט לרימזור צומת, כדי לצמצם את מספר התאונות. מאידך, ניתן להבחין לעיל כי בצמתים כגון: כניסה לטייבה, בארות יצחק, חניאל, תלמי יפה - בעקבות הרימזור נצפו ירידות ניכרות הן בתאונות עם נפגעים והן בכלל התאונות, דהיינו הטיפול תרם לשיפור הבטיחות בצומת.

ללא 4 הצמתים הבעייתיים (שבי ציון/רגבה; מגיד אל כרום מזרח; כניסה למגיד אל כרום מערב; נרבתה) טיפול זה - רמזור צומת, היה מתקשר עם ירידה מובהקת של 40% בסך התאונות עם נפגעים, עם רווח סמך [-2%; -63%].

(3) הסדרת צומת

טיפול זה בוצע ב-26 צמתים מרומזרים, כמוצג להלן:

מס' מקורי	שם צומת	דרך 1	דרך 2	תקופת ביצוע בשטח	סוג טיפול	מס' טיפול	תקופת "לפני"	תקופת "אחרי"
62	גבעת המורה	65		חודשים 6-9 2009	הסדרת צומת	3	2006-2008	10/2009-2011
16	השופטים (מוצארט)	4		חודש 5 2008	הסדרת צומת	3	2005-2007	2009-2011
90	כניסה לקרית הממשלה ק"מ 13.8	75		חודשים 5-7 2008	הסדרת צומת	3	2005-2007	2009-2011
106	כברי	70	89	חודשים 6-7 2008	הסדרת צומת	3	2005-2007	2009-2011
115	יהוד מערב	412	461	2008	הסדרת צומת	3	2005-2007	2009-2011
124	סביון	461	4622	2008	הסדרת צומת	3	2005-2007	2009-2011
59	גולני	65	77	חודשים 6-7 2008	החלפת עדשות בלדים, הסדרה	3	2005-5/2008	2009-2011
15	המייסדים (קירית ביאליק)	4		חודשים 9-12 2009	הסדרת צומת	3	2006-2008	2010-2011
10	קסטינה	3	40	10/2008-2/2009	הסדרת צומת	3	2006-9/2008	3/2009-2011
66	משמר הגבול	65		חודשים 1-3 2009	החלפת עדשות בלדים, הסדרה	3	2006-2008	4/2009-2011
58	כניסה לברטעה	65	6513	חודשים 1-4 2009	הסדרת צומת	3	2006-2008	5/2009-2011
60	חנה	65	652	חודשים 1-4 2009	הסדרת צומת	3	2006-2008	5/2009-2011
63	כפר קרע	65		חודשים 1-4 2009	הסדרת צומת	3	2006-2008	5/2009-2011
64	מי עמי	65	6523	חודשים 1-4 2009	הסדרת צומת	3	2006-2008	5/2009-2011
65	מנשה	65	6403	חודשים 1-4 2009	הסדרת צומת	3	2006-2008	5/2009-2011
61	כניסה לאזה"ת אלון תבור	65		חודשים 1-5 2009	הסדרת צומת	3	2006-2008	6/2009-2011
77	אחיהוד	70	85	חודשים 1-5 2009	הסדרת צומת	3	2006-2008	6/2009-2011
55	אל חאדר	60	375	חודשים 1-6 2009	הסדרת צומת	3	2006-2008	7/2009-2011
69	חדרה מזרח	65		חודשים 1-6 2009	הסדרת צומת	3	2006-2008	7/2009-2011
93	צומת כניסה לרומת אל הייב	77	ק"מ 57.4	חודשים 1-6 2009	הסדרת צומת	3	2006-2008	7/2009-2011
102	ראמה	85	804	חודשים 1-6 2009	הסדרת צומת	3	2006-2008	7/2009-2011
104	מכר	85		חודשים 1-6 2009	הסדרת צומת	3	2006-2008	7/2009-2011
110	מעיליא	89	ק"מ 15.3	חודשים 1-6 2009	הסדרת צומת	3	2006-2008	7/2009-2011
132	כלניות	574	581	חודשים 1-6 2009	הסדרת צומת	3	2006-2008	7/2009-2011
80	שפייה	70	652	חודשים 5-7 2009	הסדרת צומת	3	2006-2008	8/2009-2011
96	בענה	85	8534	חודשים 1-7 2009	הסדרת צומת	3	2006-2008	8/2009-2011

וב-4 צמתים לא מרומזרים:

שם צומת	דרך 1	דרך 2	שיפורי תשתית שבוצעו	תקופת ביצוע בשטח	סוג טיפול	מס' טיפול	תקופת "לפני"	תקופת "אחרי"
שזור	85		הסדרת נתיבי פניה בצומת	2007	הסדרת צומת	3A	2004-2006	2008-2010
עין זתים	89	866	הסדרת צומת ללא פירוט	חודשים 7-8 2008	הסדרת צומת	3A	2005-6/2008	2009-2011
צומת חוסן	89	864	הסדרה גיאומטרית	חודשים 1-6 2009	הסדרת צומת	3A	2006-2008	7/2009-2011
כניסה לביתר עלילית	375	ק"מ 20.5	הסדרת צומת ללא פירוט	חודשים 1-6 2009	הסדרת צומת	3A	2006-2008	7/2009-2011

הלחן מוצגות, לדוגמא, תוצאות הערכת השינויים בתאונות בצמתים המרומזרים, עבור סך התאונות עם נפגעים :

אתר	טיפול לפני	טיפול אחרי	ביקורת לפני	ביקורת אחרי	ביקורת צמתים מרומזרים לא עיהניים					
1	13	4	3023	1714						
2	14	6	3184	2356						
3	13	16	3184	2356						
4	12	13	3184	2356						
5	23	13	3184	2356						
6	12	9	3184	2356						
7	22	20	3563	2356						
8	2	4	3023	749						
9	19	13	2800	2200						
10	11	5	3023	2125						
11	16	4	3023	2049						
12	28	10	3023	2049						
13	14	6	3023	2049						
14	23	5	3023	2049						
15	22	12	3023	2049						
16	14	2	3023	1982						
17	36	24	3023	1982						
18	15	5	3023	1918						
19	15	10	3023	1918						
20	14	12	3023	1918						
21	6	4	3023	1918						
22	11	9	3023	1918						
23	12	7	3023	1918						
24	8	4	3023	1918						
25	19	5	3023	1849						
26	7	13	3023	1849						
סה"כ	401	235								
אתר	טיפול לפני	טיפול אחרי	ביקורת לפני	ביקורת אחרי	O-comp	O-treatment	lnOR*w	w	lnOR	OR
1	13	4	3023	1714	0.57	0.31	-1.86	3.05	-0.61	0.54
2	14	6	3184	2356	0.74	0.43	-2.29	4.19	-0.55	0.58
3	13	16	3184	2356	0.74	1.23	3.63	7.13	0.51	1.66
4	12	13	3184	2356	0.74	1.08	2.37	6.21	0.38	1.46
5	23	13	3184	2356	0.74	0.57	-2.22	8.25	-0.27	0.76
6	12	9	3184	2356	0.74	0.75	0.07	5.12	0.01	1.01
7	22	20	3563	2356	0.66	0.91	3.31	10.40	0.32	1.37
8	2	4	3023	749	0.25	2.00	2.78	1.33	2.09	8.07
9	19	13	2800	2200	0.79	0.68	-1.06	7.67	-0.14	0.87
10	11	5	3023	2125	0.70	0.45	-1.49	3.43	-0.44	0.65
11	16	4	3023	2049	0.68	0.25	-3.18	3.19	-1.00	0.37
12	28	10	3023	2049	0.68	0.36	-4.69	7.32	-0.64	0.53
13	14	6	3023	2049	0.68	0.43	-1.92	4.19	-0.46	0.63
14	23	5	3023	2049	0.68	0.22	-4.65	4.09	-1.14	0.32
15	22	12	3023	2049	0.68	0.55	-1.68	7.72	-0.22	0.80
16	14	2	3023	1982	0.66	0.14	-2.66	1.75	-1.52	0.22
17	36	24	3023	1982	0.66	0.67	0.24	14.23	0.02	1.02
18	15	5	3023	1918	0.63	0.33	-2.41	3.74	-0.64	0.53
19	15	10	3023	1918	0.63	0.67	0.30	5.97	0.05	1.05
20	14	12	3023	1918	0.63	0.86	1.93	6.43	0.30	1.35
21	6	4	3023	1918	0.63	0.67	0.12	2.40	0.05	1.05
22	11	9	3023	1918	0.63	0.82	1.25	4.93	0.25	1.29
23	12	7	3023	1918	0.63	0.58	-0.37	4.40	-0.08	0.92
24	8	4	3023	1918	0.63	0.50	-0.63	2.66	-0.24	0.79
25	19	5	3023	1849	0.61	0.26	-3.33	3.94	-0.84	0.43
26	7	13	3023	1849	0.61	1.86	5.03	4.53	1.11	3.04
							-13.43	=Sum ln*w		
								138.28	Sum	

			=W
-9%	0.91	=WME	1.96 =z
-23%	0.77	=left	
7%	1.07	=right	

ניתן לראות כי בעקבות טיפול זה בצמתים המרומזרים נצפתה מגמת ירידה בסך התאונות עם נפגעים. טבלה 3.16 מסכמת את ממצאי ההערכות עבור סוג טיפול זה.

טבלה 3.16. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 3 בצמתים - הסדרת צומת
Table 3.16. Evaluation results for treatment type 3 at junctions - a junction realignment

א - בצמתים המרומזרים

סוג תאונות	קבוצת ביקורת	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	משמעות התוצאה
סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)	צמתים מרומזרים	-9% [-23% ; +7%]	מגמת ירידה
תאונות חמורות	צמתים מרומזרים	-4% [-39% ; +79%]	ללא שינוי
כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"	צמתים מרומזרים	+67% [+51% ; +85%]	עליה

ב - בצמתים הלא מרומזרים

סוג תאונות	קבוצת ביקורת	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	משמעות התוצאה
סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)	צמתים לא מרומזרים	+142% [+26% ; +366%]	אין ממצא (רווח סמך גדול)
תאונות חמורות	צמתים לא מרומזרים	-76% [-99% ; +629%]	אין ממצא (מיעוט נתונים)
כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"	צמתים לא מרומזרים	+48% [-6% ; +132%]	מגמת עליה

מטבלה 3.16 ניתן לראות כי השינויים בתאונות בעקבות הסדרת צמתים מרומזרים הצביעו על מגמת ירידה בסך התאונות עם נפגעים, אי-שינוי בתאונות החמורות ועליה בכלל התאונות (ת"ד + כללי עם נפגעים). במיוחד בצמתים כגון: כניסה לקרית הממשלה בכביש 75; כברי; גולני; צומת כניסה לרומת אל הייב, מכר ובענה בכביש 85 - בעקבות הטיפול נצפתה עליה בתאונות עם נפגעים. **ללא 6 צמתים אלה**, הטיפול הנבחן היה מזוהה עם ירידה מובהקת של 27% בתאונות עם נפגעים, עם רווח סמך [-11% ; -40%].

בעקבות הסדרת צמתים לא מרומזרים, לא נתקבלו אומדני שינוי בתאונות עבור סך התאונות עם נפגעים והתאונות החמורות (התקבלו רווחי סמך כה גדולים כך שלא ניתן לייחס משמעות מעשית לתוצאה), כאשר עבור כלל התאונות נמצאה מגמת עליה.

(4) הסדרת תמרורים בצומת

טיפול זה בוצע ב-4 צמתים, רובם מרומזרים, כמוצג להלן:

שם צומת	דרך 1	דרך 2	תקופת ביצוע בשטח	סוג אתר	סוג טיפול	מס' טיפול	תקופת "לפני"	תקופת "אחרי"
בית אורן	4	721	2007	צומת לא מרומזר	תמרור	4	2004-2006	2008-2010
דרור	4	553	חודשים 6-7 2008	צומת מרומזר	החלפת עדשות רמזור ללדים, תמרור	4	2005-2007	2009-2011
תל נוף- כניסה לבסיס	40		חודשים 4-5 2008	צומת מרומזר	הסדרת תמרורים	4	2005-2007	2009-2011
פזריה	77	768	חודשים 4-5 2008	צומת מרומזר	החלפת עדשות בלדים, תמרור	4	2005-2007	2009-2011

להלן מוצגות, לדוגמא, תוצאות הערכה באתרים אלה, עבור סך התאונות עם נפגעים :

אתר	טיפול - לפני	טיפול - אחרי	ביקורת לפני	ביקורת אחרי	ביקורת צמתים לא מרומזרים / מרומזרים לא עירוניים
1	0	0	2747	2074	
2	14	9	3184	2356	
3	8	1	3184	2356	
4	7	8	3184	2356	
סה"כ	29	18			

אתר	טיפול - לפני	טיפול - אחרי	ביקורת לפני	ביקורת אחרי	O- treatment	O- comp	OR	lnOR	w	lnOR*w
1	0	0	2747	2074	1.00	0.76	1.32	0.28	0.05	0.01
2	14	9	3184	2356	0.64	0.74	0.87	-0.14	5.46	-0.77
3	8	1	3184	2356	0.13	0.74	0.17	-1.78	0.89	-1.58
4	7	8	3184	2356	1.14	0.74	1.54	0.43	3.72	1.62
										-0.71
										=Sum ln*w
										10.12
										=Sum W
										1.96
										=z
										=WME
										0.93
										=left
										0.50
										=right
										1.73

ניתן לראות כי בעקבות טיפול זה נמצאה מגמת ירידה בסך התאונות עם נפגעים. טבלה 3.17 מסכמת את ממצאי ההערכות עבור סוג טיפול זה.

טבלה 3.17. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 4 בצמתים - תמרור צומת

Table 3.17. Evaluation results for treatment type 4 at junctions - signing a junction

סוג תאונות	קבוצת ביקורת	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	משמעות התוצאה
סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)	צמתים מרומזרים*	-7% [-50% ; +73%]	מגמת ירידה
תאונות חמורות	צמתים מרומזרים	+87% [-76% ; +1382%]	אין ממצא; מעוט נתונים
כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"	צמתים מרומזרים	-10% [-32% ; +19%]	מגמת ירידה

* פרט לאתר 1 עבורו קבוצת הביקורת הינה צמתים לא מרומזרים

מטבלה 3.17 ניתן לראות כי בעקבות תמרור צומת נצפתה מגמת ירידה בסך התאונות עם נפגעים ובכלל התאונות, כאשר עבור התאונות החמורות לא נתקבל אומדן שינוי בתאונות (עקב מיעוט הנתונים).

(5) החלפת עדשות בלדים

טיפול זה בוצע ב-11 צמתים מרומזרים, כמוצג להלן :

שם צומת	דרך 1	דרך 2	פרוגרמה	תקופת ביצוע בשטח	סוג טיפול	מס' טיפול	תקופת "לפני"	תקופת "אחרי"
רופין	4	5711	נקוי כללי, צביעה, טיפול בעמודי תאורה, החלפת עדשות רמזור ללדים	חודש 8 2008	החלפת עדשות בלדים	5	2005-2007	2009-2011
נווה ימין מערב	55		החלפת עדשות רמזור ללדים	חודש 7 2008	החלפת עדשות בלדים	5	2005-2007	2009-2011
בורגתא תנובות	57		החלפת עדשות רמזור ללדים	חודש 9 2008	החלפת עדשות בלדים	5	2005-2007	2009-2011
קלנסוואה	57	5614	החלפת עדשות רמזור ללדים	חודש 7 2008	החלפת עדשות בלדים	5	2005-2007	2009-2011
אלון (שמורת אלון)	65		החלפת עדשות רמזור ללדים	חודש 4 2008	החלפת עדשות בלדים	5	2005-2007	2009-2011
גיוליס	70		החלפת עדשות רמזור ללדים	חודש 5 2008	החלפת עדשות בלדים	5	2005-2007	2009-2011
גינתון	443		החלפת עדשות רמזור ללדים	חודש 12 2008	החלפת עדשות בלדים	5	2005-2007	2009-2011
נווה מונוסון	461	ק"מ 8.2	החלפת עדשות רמזור ללדים, פתיחת שדה ראייה,	חודשים 4-5	החלפת עדשות בלדים	5	2005-2007	2009-2011

			בלדים	2008	התאמת גובה תמרור ושילוט			
2009-2011	2005-2007	5	החלפת עדשות בלדים	חודש 8 2008	גיוס, החלפת עדשות רמזור ללדים	4	5700	העוגן
2009-2011	2005-2007	5	החלפת עדשות בלדים	חודש 9 2008	החלפת עדשות רמזור ללדים		5714	ניצני עז
7/2009-2011	2006-2008	5	החלפת עדשות בלדים	חודשים 1-6 2009	הארכת שוט רה פטיציה מצפון, ענבר, 'לדים' UPS, צבע		40	צומת גינתון

להלן מוצגות, לדוגמא, תוצאות הערכה באתרים אלה, עבור סך התאונות עם נפגעים :

אתר	טיפול-לפני	טיפול-אחרי	ביקורת-לפני	ביקורת-אחרי	ביקורת צמתים מחומזרים לא ערוניים	O-comp	O-treatment	OR	lnOR	w	InOR*w
1	11	3	3184	2356		0.74	0.27	0.37	-1.00	2.35	-2.35
2	40	5	3184	2356		0.74	0.13	0.17	-1.78	4.43	-7.88
3	14	6	3184	2356		0.74	0.43	0.58	-0.55	4.19	-2.29
4	15	5	3184	2356		0.74	0.33	0.45	-0.80	3.74	-2.98
5	26	36	3184	2356		0.74	1.38	1.87	0.63	14.93	9.36
6	10	4	3184	2356		0.74	0.40	0.54	-0.62	2.85	-1.75
7	15	0	3184	2356		0.74	0.01	0.01	-4.72	0.10	-0.47
8	6	2	3184	2356		0.74	0.33	0.45	-0.80	1.50	-1.19
9	8	2	3184	2356		0.74	0.25	0.34	-1.09	1.60	-1.73
10	9	5	3184	2356		0.74	0.56	0.75	-0.29	3.21	-0.92
11	3	7	3023	1918		0.63	2.33	3.68	1.30	2.10	2.73
סה"כ	157	75									-9.48
											=Sum ln*w
											Sum =W
											40.99
											=WME
											1.96
											=left
											=right
											0.79
											0.58
											1.08
											-21%
											-42%
											8%

ניתן לראות כי בעקבות טיפול זה נמצאה מגמת ירידה בסך התאונות עם נפגעים. טבלה 3.18 מסכמת את ממצאי ההערכות עבור סוג טיפול זה.

טבלה 3.18. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 5 בצמתים - החלפת עדשות בלדים

Table 3.18. Evaluation results for treatment type 5 at junctions - replacing lens by LEDs

משמעות התוצאה	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	קבוצת ביקורת	סוג תאונות
מגמת ירידה	-21% [-42% ; +8%]	צמתים מרומזרים	סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)
אין ממצא; מעוט נתונים	-23% [-86% ; +320%]	צמתים מרומזרים	תאונות חמורות
עליה	+57% [+24% ; +99%]	צמתים מרומזרים	כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"

מטבלה 3.18 ניתן לראות כי בעקבות החלפת עדשות בלדים בצומת מרומזר נצפתה מגמת ירידה בסך התאונות עם נפגעים ועליה בכלל התאונות, כאשר עבור התאונות החמורות לא נתקבל אומדן (עקב מיעוט הנתונים).

(6) ריבוד בצומת, והחלפת עדשות בלדים

טיפול זה בוצע ב-3 צמתים מרומזרים, כמוצג להלן :

שם צומת	דרך 1	דרך 2	שיפורי תשתית שבוצעו	תקופת ביצוע בשטח	סוג טיפול	מס' טיפול	תקופת "לפני"	תקופת "אחרי"
כרמיאל מערב	85	784	קרצוף וריבוד, החלפת עדשות רמזור ללדים	חודשים 6-7 2008	החלפת עדשות בלדים, ריבוד	6	2005-2007	2009-2011
כרמיאל	85	854	קרצוף וריבוד, החלפת עדשות רמזור ללדים	חודשים 6-7 2008	החלפת עדשות בלדים, ריבוד	6	2005-2007	2009-2011
ערעה	65		החלפת עדשות ללדים, ריבוד, ניתוק דרך לא חוקית	חודשים 1-3 2009	החלפת עדשות בלדים, ריבוד	6	2006-2008	4/2009-2011

טבלה 3.19 מסכמת את ממצאי ההערכות עבור סוג טיפול זה.

טבלה 3.19. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 6 בצמתים - ריבוד צומת והחלפת עדשות בלדים
Table 3.19. Evaluation results for treatment type 6 at junctions - resurfacing and replacing lens by LEDs

סוג תאונות	קבוצת ביקורת	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	משמעות התוצאה
סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)	צמתים מרומזרים	+5% [-34% ; +67%]	ללא שינוי
תאונות חמורות	צמתים מרומזרים	+15% [-86% ; +860%]	אין ממצא; מעוט נתונים
כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"	צמתים מרומזרים	+54% [+12% ; +110%]	עליה

מטבלה 3.19 ניתן לראות כי בעקבות ריבוד צומת והחלפת עדשות בלדים בצומת מרומזר לא היה שינוי בסך התאונות עם נפגעים ונמצאה עליה בכלל התאונות, כאשר עבור התאונות החמורות לא נתקבל אומדן (עקב מיעוט הנתונים).

(7) ריבוד, טיפול במעקות בצומת

טיפול זה בוצע ב-7 צמתים מרומזרים, כמפורט להלן :

שם צומת	דרך 1	דרך 2	תקופת ביצוע בשטח	סוג טיפול	מס' טיפול	תקופת "לפני"	תקופת "אחרי"
הנשיא	25	31	2007	מעקות, עיני חתול, ריבוד, צבע	7	2004-2006	2008-2010
בית דגן	44	412	2007	מעקות, ריבוד, צבע, עיני חתול	7	2004-2006	2008-2010
אום אל פחם	65		2007	מעקות, ריבוד, צבע, עיני חתול	7	2004-2006	2008-2010
יגור	70	75	2007	ריבוד, מעקות	7	2004-2006	2008-2010
גדרה	40	41	חודשים 6-8 2008	מעקות, ריבוד, החלפת עדשות בלדים	7	2005-2007	2009-2011
אבליים	70	781	חודשים 5-7 2008	החלפת עדשות בלדים, ריבוד, מעקות מפרדה	7	2005-2007	2009-2011
תמרה	70	ק"מ 59.2	חודשים 5-7 2008	החלפת עדשות בלדים, ריבוד, מעקות מפרדה	7	2005-2007	2009-2011

טבלה 3.20 מסכמת את ממצאי ההערכות עבור סוג טיפול זה.

טבלה 3.20. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 7 בצמתים - ריבוד צומת, טיפול במעקות בטיחות
Table 3.20. Evaluation results for treatment type 7 at junctions - resurfacing, barrier treatment

סוג תאונות	קבוצת ביקורת	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	משמעות התוצאה
סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)	צמתים מרומזרים	-17% [-36% ; +6%]	מגמת ירידה*
תאונות חמורות	צמתים מרומזרים	-17% [-64% ; +89%]	מגמת ירידה
כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"	צמתים מרומזרים	+5% [-7% ; +18%]	ללא שינוי

* מובהקת ב-ר.מ. 0.15

מטבלה 3.20 ניתן לראות כי בעקבות ריבוד וטיפול במעקות בטיחות בצומת מרומזר נמצאה מגמת ירידה בסך התאונות עם נפגעים ובתאונות החמורות, כאשר בכלל התאונות לא היה שינוי. הירידה בסך התאונות עם נפגעים היתה מובהקת ברמת מובהקות 0.15.

(8) טיפול בשוליים והחלפת עדשות בלדים

טיפול זה בוצע ב-2 צמתים מרומזרים, כמפורט להלן:

שם צומת	דרך 1	תקופת ביצוע בשטח	סוג טיפול	מס' טיפול	תקופת "לפני"	תקופת "אחרי"
כפר הנשיא	90	חודשים 4-5 2008	החלפת עדשות בלדים, הסדרת שוליים	8	2005-2007	2009-2011
תל יצחק ק"מ 4	553	חודשים 5-6 2008	החלפת עדשות בלדים, הסדרת שוליים	8	2005-2007	2009-2011

טבלה 3.21 מסכמת את ממצאי ההערכות עבור סוג טיפול זה.

טבלה 3.21. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 8 בצמתים - טיפול בשוליים והחלפת עדשות בלדים
Table 3.21. Evaluation results for treatment type 8 at junctions - shoulder treatment, replacing lens by LEDs

סוג תאונות	קבוצת ביקורת	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	משמעות התוצאה
סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)	צמתים מרומזרים	+3% [-46% ; +98%]	ללא שינוי
כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"	צמתים מרומזרים	+71% [-8% ; +219%]	מגמת עליה

מטבלה 3.21 ניתן לראות כי בעקבות טיפול בשוליים והחלפת עדשות בלדים בצומת מרומזר לא היה שינוי בסך התאונות עם נפגעים, כאשר בכלל התאונות היתה מגמת עליה. בשל מיעוט התאונות החמורות לא נתקבל אומדן שינוי בסוג תאונות זה.

(9) שינוי תוכנית רמזור

טיפול זה בוצע בשני צמתים מרומזרים, כמפורט להלן:

שם צומת	דרך 1	תקופת ביצוע בשטח	סוג טיפול	מס' טיפול	תקופת "לפני"	תקופת "אחרי"
יזרעאל	60	חודש 7 2009	שינוי תוכנית רמזור, החלפת עדשות בלדים	9	2006-2008	8/2009-2011
צומת גילגוליה	444	חודשים 1-6 2009	שינוי תוכנית רמזור, ריבוד	9	2006-2008	7/2009-2011

טבלה 3.22 מסכמת את ממצאי ההערכות עבור סוג טיפול זה. ניתן לראות כי בעקבות שינוי תוכנית רמזור (והחלפת עדשות בלדים או ריבוד), בצומת מרומזר, לא היה שינוי בסך התאונות עם נפגעים, כאשר עבור כלל התאונות נמצאה מגמת עליה. עבור התאונות החמורות לא נתקבל אומדן, עקב מיעוט הנתונים (סה"כ 3 תאונות חמורות, לפני, באתרי הטיפול).

טבלה 3.22. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 9 בצמתים - שינוי תוכנית רמזור
Table 3.22. Evaluation results for treatment type 9 at junctions - changes in the traffic lights' program

סוג תאונות	קבוצת ביקורת	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	משמעות התוצאה
סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)	צמתים מרומזרים	+4% [-56% ; +145%]	ללא שינוי
כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"	צמתים מרומזרים	+78% [-3% ; +227%]	מגמת עליה

(10) הסדרת מדרכות, שילוט

טיפול זה בוצע בצומת אחד מרומזר, כמפורט להלן:

שם צומת	דרך 1	שיפורי תשתית שבוצעו	תקופת ביצוע בשטח	סוג טיפול	מס' טיפול	תקופת "לפני"	תקופת "אחרי"
אשכולות	4	הסדרת מדרכות, התאמת גובה שילוט	חודשים 3-5 2008	הסדרת מדרכות, שילוט	10	2005-2007	2009-2011

טבלה 3.23 מסכמת את ממצאי ההערכות עבור סוג טיפול זה.

טבלה 3.23. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 10 בצמתים - הסדרת מדרכות, שילוט
Table 3.23. Evaluation results for treatment type 10 at junctions - sidewalks' arrangement, signing

סוג תאונות	קבוצת ביקורת	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	משמעות התוצאה
סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)	צמתים מרומזרים	-75% [-95% ; +11%]	מגמת ירידה (מיעוט נתונים)
כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"	צמתים מרומזרים	+88% [+6% ; +233%]	מגמת עליה

מטבלה 3.23 ניתן לראות כי בעקבות הסדרת מדרכות ושילוט בצומת מרומזר לא התקבל אומדן שינוי בתאונות עבור סך התאונות עם נפגעים והתאונות החמורות, עקב מיעוט הנתונים. גם בדיקת שינוי בתאונות הולכי רגל לא היתה אפשרית עקב היעדר תאונות מסוג זה, בשתי התקופות. עבור כלל התאונות נמצאה מגמת עליה אך ממצא זה מתבסס על נתוני תאונות באתר אחד בלבד ולכן, לא אמין.

(11) הרחבת צומת

טיפול זה בוצע בצומת אחד לא מרומזר, כמפורט להלן:

שם צומת	דרך 1	דרך 2	תקופת ביצוע בשטח	סוג טיפול	מס' טיפול	תקופת "לפני"	תקופת "אחרי"
רמת הכובש	554	ק"מ 6.4	2008	הרחבת צומת	11	2005-2007	2009-2011

טבלה 3.24 מסכמת את ממצאי ההערכות עבור סוג טיפול זה.

טבלה 3.24. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 11 בצמתים - הרחבת צומת לא מרומזר
Table 3.24. Evaluation results for treatment type 11 at junctions - widening a non-signalized junction

סוג תאונות	קבוצת ביקורת	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	משמעות התוצאה
סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)	צמתים לא מרומזרים	-79% [-97% ; +68%]	מגמת ירידה (מיעוט נתונים)
כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"	צמתים לא מרומזרים	-83% [-98% ; +31%]	מגמת ירידה (מיעוט נתונים)

מטבלה 3.24 ניתן לראות כי בעקבות הרחבת צומת לא מרומזר התקבלו מגמות ירידה בסך התאונות עם נפגעים ובכלל התאונות, אם כי, אומדנים אלה ללא משמעות מעשית עקב מיעוט נתוני התאונות באתר הטיפול. עבור התאונות החמורות האומדן לא חושב כי סה"כ, בשתי התקופות, באתר הטיפול היתה תאונה חמורה אחת.

(12) טיפול במעקות באזור הצומת

טיפול זה בוצע ב-9 צמתים, לרוב, מרומזרים, כמוצג להלן:

שם צומת	דרך 1	דרך 2	תקופת ביצוע בשטח	סוג טיפול	מס' טיפול	תקופת "לפני"	תקופת "אחרי"
נחל חדרה (חדרה מערב)	4	65	2007	טיפול במעקות, איי תנועה	12	2004-2006	2008-2010
עכו מזרח	4	85	2007	התקנת מעקות	12	2004-2006	2008-2010
בילו	40	412	2007	מעקות, צבע	12	2004-2006	2008-2010
יובלים	784	805	2007	מעקות, סימון	12	2004-2006	2008-2010
העמקים	70	75	חודשים 4-5 2008	החלפת עדשות בלדים, מעקות מפרדה	12	2005-2007	2009-2011
חורשים	444		חודשים 8-9 2008	מעקות	12	2005-2007	2009-2011
חנא*	805	806	חודשים 10-12 2008	מעקות, שוליים	12	2006-9/2008	2009-2011
להבים	31	40	חודשים 1-2 2008	מעקות	12	2005-2007	3/2008-2010
פלוגות	35	40	חודשים 1-2 2008	מעקות, החלפת עדשות בלדים	12	2005-2007	3/2008-2010

* צומת לא מרומזר

להלן מוצגות, לדוגמא, תוצאות הערכה באתרים אלה, עבור סך התאונות עם נפגעים :

אתר	טיפול-לפני	טיפול-אחרי	ביקורת-לפני	ביקורת-אחרי	ביקורת: צמתים מרומזרים /לא מרומזרים לא עירוניים	
1	33	23	3279	2496		
2	54	23	3279	2496		
3	31	21	3279	2496		
4	2	0	3279	2496		
5	20	12	3184	2356		
6	13	9	3184	2356		
7	8	8	2425	1347		
8	22	11	3184	2323		
9	16	6	3184	2323		
סה"כ	199	113				
אתר	טיפול-לפני	טיפול-אחרי	ביקורת-לפני	ביקורת-אחרי	O-comp	O-treatment
1	33	23	3279	2496	0.76	0.70
2	54	23	3279	2496	0.76	0.43
3	31	21	3279	2496	0.76	0.68
4	2	0	3279	2496	0.76	0.05
5	20	12	3184	2356	0.74	0.60
6	13	9	3184	2356	0.74	0.69
7	8	8	2425	1347	0.56	1.00
8	22	11	3184	2323	0.73	0.50
9	16	6	3184	2323	0.73	0.38
lnOR*w	w	lnOR	OR			
-1.18	13.43	-0.09	0.92			
-9.26	15.95	-0.58	0.56			
-1.45	12.41	-0.12	0.89			
-0.26	0.10	-2.77	0.06			
-1.56	7.46	-0.21	0.81			
-0.35	5.30	-0.07	0.94			
2.34	3.98	0.59	1.80			
-2.76	7.29	-0.38	0.69			
-2.89	4.35	-0.67	0.51			
-17.38	=Sum ln*w					
	70.26	=Sum W				
-22%	0.78	=WME				
		1.96	=z			
-38%	0.62	=left				
-1%	0.99	=right				

ניתן לראות כי בעקבות טיפול זה נמצאה ירידה בסך התאונות עם נפגעים. טבלה 3.25 מסכמת את ממצאי ההערכות עבור סוג טיפול זה.

טבלה 3.25. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 12 בצמתים - טיפול במעקות באזור הצומת
Table 3.25. Evaluation results for treatment type 12 at junctions - barriers' treatment

סוג תאונות	קבוצת ביקורת	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	משמעות התוצאה
סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)	צמתים מרומזרים*	-22% [-38% ; -1%]	ירידה
תאונות חמורות	צמתים מרומזרים	-2% [-54% ; +112%]	ללא שינוי
כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"	צמתים מרומזרים	+17% [+5% ; +31%]	עליה

* פרט לאתר אחד

מטבלה 3.25 ניתן לראות כי בעקבות טיפול במעקות בצומת מרומזר נצפתה ירידה מובהקת בסך התאונות עם נפגעים, כאשר עבור התאונות החמורות לא נמצא שינוי. בקרב כלל התאונות נרשמה עליה.

(13) טיפולי מיסעה

טיפול זה בוצע ב-2 צמתים מרומזרים, כמוצג להלן :

שם צומת	דרך 1	דרך 2	פרוגרמה	תקופת ביצוע בשטח	סוג טיפול	מס' טיפול	תקופת "לפני"	תקופת "אחרי"
נחל עמוד	65	85	צבע, עיני חתול, טיפול בשוטים	2007	טיפולי מיסעה	13	2004-2006	2008-2010
יבור	70	805	הטלאות, עיני חתול, תמרור	2007	טיפולי מיסעה	13	2004-2006	2008-2010

להלן מוצגות, לדוגמא, תוצאות הערכה באתרים אלה, עבור סך התאונות עם נפגעים :

אתר	טיפול-לפני	טיפול-אחרי	ביקורת-לפני	ביקורת-אחרי	ביקורת: צמתים מרומזרים לא עירוניים	
1	30	8	3279	2496		
2	34	18	3279	2496		
סה"כ	64	26				
אתר	טיפול-לפני	טיפול-אחרי	ביקורת-לפני	ביקורת-אחרי	O-comp	O-treatment
1	30	8	3279	2496	0.76	0.27
lnOR*w	w	lnOR	OR			
-6.60	6.29	-1.05	0.35			

	-4.24	11.67	-0.36	0.70	0.76	0.53	2496	3279	18	34	2
	-10.83	=Sum ln*w									
		17.96	=Sum W								
-45%	0.55	=WME									
		1.96	=z								
-66%	0.34	=left									
-13%	0.87	=right									

ניתן לראות כי בעקבות טיפול זה נמצאה ירידה בסך התאונות עם נפגעים. טבלה 3.26 מסכמת את ממצאי ההערכות עבור סוג טיפול זה.

טבלה 3.26. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 13 בצמתים - טיפולי מיסעה

Table 3.26. Evaluation results for treatment type 13 at junctions - pavement treatments

סוג תאונות	קבוצת ביקורת	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	משמעות התוצאה
סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)	צמתים מרומזרים	-45% [-66% ; -13%]	ירידה
תאונות חמורות	צמתים מרומזרים	-48% [-89% ; +158%]	מגמת ירידה (מיעוט נתונים)
כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"	צמתים מרומזרים	-7% [-31% ; +27%]	מגמת ירידה

מטבלה 3.26 ניתן לראות כי בעקבות טיפולי מיסעה בצמתים מרומזרים נצפתה ירידה מובהקת בסך התאונות עם נפגעים, כאשר עבור התאונות החמורות וכלל התאונות נרשמה מגמת ירידה.

(14) הוספת גדרות הולכי רגל

טיפול זה בוצע בצומת אחד מרומזר, כמוצג להלן:

שם צומת	דרך 1	דרך 2	שיפורי תשתית שבוצעו	תקופת ביצוע בשטח	סוג טיפול	מס' טיפול	תקופת "לפני"	תקופת "אחרי"
גבעתי	35	232	גדרות הולכי רגל, הסדרת תחנת אוטובוס, החלפת עדשות בלדים	2008	גדרות הולכי רגל, החלפת עדשות בלדים	14	2005-2007	2009-2011

טבלה 3.27 מסכמת את ממצאי ההערכות עבור סוג טיפול זה. ניתן לראות כי בעקבות הוספת גדרות הולכי רגל בצומת מרומזר נצפתה מגמת ירידה בסך התאונות עם נפגעים ועליה בכלל התאונות. בצומת זה, בשתי התקופות, לא היו תאונות חמורות ולא תאונות פגיעה בהולכי רגל, לכן עבור סוגי תאונות אלה לא נבחן שינוי בתאונות.

טבלה 3.27. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 14 בצמתים - הוספת גדר הולכי רגל

Table 3.27. Evaluation results for treatment type 14 at junctions - adding pedestrian fences

סוג תאונות	קבוצת ביקורת	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	משמעות התוצאה
סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)	צמתים מרומזרים	-29% [-67% ; +53%]	מגמת ירידה
כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"	צמתים מרומזרים	+95% [+10% ; +247%]	עליה

(15) הסדרה ליד מעגל תנועה

טיפול זה בוצע במעגל תנועה אחד, כמוצג להלן:

שם צומת	דרך 1	פרוגרמה	תקופת ביצוע בשטח	סוג טיפול	מס' טיפול	תקופת "לפני"	תקופת "אחרי"
כניסה להר יונה	6400	סגירת מפרדה וצימצום לנתיב אחד בהתקרבות לכיכר	חודשים 6-8 2009	הסדרה ליד מעגל תנועה	15	2006-2008	9/2009-2011

טבלה 3.28 מסכמת את ממצאי ההערכות עבור סוג טיפול זה. ניתן לראות כי בעקבות הסדרה ליד מעגל תנועה נצפתה מגמת ירידה בסך התאונות עם נפגעים ובכלל התאונות. למעשה, בתקופת ה"אחרי", מספר התאונות באתר זה ירד לאפס. עם זאת, מכיוון שהערכה זו מבוססת על אתר אחד בלבד, לא ניתן להגדיר אומדן מעשי לשינוי בתאונות (גם רווחי הסמך שהתקבלו גדולים

מאוד). באתר זה בתקופת הלפני היתה תאונה חמורה אחת, לכן אומדן השינוי בתאונות החמורות לא חושב עבור סוג טיפול זה.

טבלה 3.28. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 15 בצמתים - הסדרה ליד מעגל תנועה
Table 3.28. Evaluation results for treatment type 15 at junctions - arrangements near a roundabout

סוג תאונות	קבוצת ביקורת	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	משמעות התוצאה
סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)	צמתים מרומזרים	-98% [-100% ; +1153%]	מגמת ירידה
כלל התאונות : ת"ד + "כללי עם נפגעים"	צמתים מרומזרים	-98% [-100% ; +953%]	מגמת ירידה

3.3. שיפורי תשתית במחלפים

במחקר זה נבחנו 6 סוגים של שיפורי תשתית במחלפים (ראה רשימה בטבלה 1.3, פרק 1). להלן פירוט ההערכות של השינויים בתאונות בעקבות טיפולים אלה.

(1) הסדרת צומת במחלף

טיפול זה בוצע באתר אחד, כמוצג להלן:

שם אתר	דרך 1	פרוגרמה	תקופת ביצוע בשטח	סוג אתר	סוג טיפול	מס' טיפול	תקופת "לפני"	תקופת "אחרי"
מחלף אלוף שדה	4	הסדרת צומת	חודשים 1-6 2009	מחלף	הסדרת צומת	1	2006-2008	7/2009-2011

להלן תוצאות הערכה באתר זה, עבור סך התאונות עם נפגעים:

אתר	טיפול לפני	טיפול אחרי	ביקורת לפני	ביקורת אחרי	ביקורת: צמתים לא עיוניים	O- comp	O- treatment	lnOR	OR	w	lnOR*w
1	11	16	6025	3465		0.58	1.45	0.93	2.53	6.50	6.03
	11	16	6025	3465						Sum ln*w	6.03
										Sum =W	6.50
										=WME	2.53
										=z	1.96
										=left	1.17
										=right	5.46

ניתן לראות כי, בעקבות הטיפול, מספר התאונות עם נפגעים עלה במחלף זה לעומת קבוצת ביקורת. הצומת שטופל מהווה חלק אחד ממערך הצמתים במחלף, כאשר על מצב התאונות במחלף משפיעים גם צמתים אחרים וגם הרמפות. סביר להניח כי השפעתו של צומת אחד שטופל אינה חזקה מספיק כדי לשנות את מצב התאונות במחלף.

בשתי התקופות הנבחנות, במחלף זה נרשמו 3 תאונות חמורות, לכן לא ניתן לבצע הערכה עבור סוג תאונות זה. לגבי כלל התאונות (ת"ד + כללי עם נפגעים) במחלף זה, התקבלה מגמת עליה לעומת קבוצת ביקורת: +18%, עם רווח סמך [-11%; +57%].

בשל הספקות שצוינו לעיל לגבי השפעת הטיפול וגם עקב רווח סמך גדול שהתקבל עבור אומדן השינוי בתאונות עם נפגעים, מוצע לא לייחס משמעות מעשית לאומדני שינוי בתאונות שהתקבלו עבור סוג טיפול זה.

(2) הקמת גשר

טיפול זה בוצע באתר אחד, כמוצג להלן :

שם אתר	דרד 1	דרד 2	שיפורי תשתית שבוצעו	תקופת ביצוע בשטח	סוג אתר	סוג טיפול	מס' טיפול	תקופת "לפני"	תקופת "אחרי"
מחלף גלילות	2	5	הקמת גשר	ביצוע 2007-2009	מחלף	הקמת גשר	2	2004-2006	2010-2011

להלן תוצאות הערכה באתר זה, עבור סך התאונות עם נפגעים :

אתר	טיפול -לפני	טיפול -אחרי	ביקורת -לפני	ביקורת -אחרי	ביקורת: צמתים לא עירוניים	O- treatment	O- comp	OR	lnOR	w	InOR*w
1	60	28	6321	2531		0.47	0.40	1.17	0.15	18.89	2.89
	60	28									2.89 =Sum ln*w
	טיפול -לפני	טיפול -אחרי	ביקורת -לפני	ביקורת -אחרי	Sum =W						
	60	28	6321	2531	18.89						
					1.17 =WME						
					1.96 =z						
					0.74 =left						
					1.83 =right						
					17%						
					-26%						
					83%						

ניתן לראות כי, בתקופת אחרי הטיפול לעומת לפני, מספר התאונות עם נפגעים ירד במחלף זה אך במידה קטנה יותר לעומת קבוצת הביקורת. ממצאים דומים התקבלו גם בניתוח השינויים בתאונות החמורות ובכלל התאונות, דהיינו מספר התאונות בתקופת ה"אחרי" ירד אך במידה קטנה יותר לעומת קבוצת הביקורת.

כידוע, מחלף זה הינו אחד המחלפים המרכזיים במטרופולין תל-אביב, כאשר הקמת הגשר תרמה רבות לשיפור מצב התנועה במחלף. בשל מורכבות מערך המחלף והיקפי תנועה גדולים, אזור מחלף זה מייצר מספר מסוים של תאונות, מדי שנה. הגשר שהוקם לא התקשר עם ירידה בתאונות באתר זה. עם זאת, בשל בדיקת אתר אחד בלבד, מוצע לא ליחס משמעות מעשית לאומדני שינוי בתאונות שהתקבלו עבור סוג טיפול זה.

(3) הקמת מעגלי תנועה במחלף

טיפול זה בוצע באתר אחד, כמוצג להלן :

שם אתר	דרד 1	דרד 2	פרוגרמה	תקופת ביצוע בשטח	סוג אתר	סוג טיפול	מס' טיפול	תקופת "לפני"	תקופת "אחרי"
מחלף אליפלט	89	90	צמד מעגלי תנועה	חודשים 6-11 2008	מחלף	מעגלי תנועה במחלף	3	2005-2007	2009-2011

להלן תוצאות הערכה באתר זה, עבור סך התאונות עם נפגעים :

אתר	טיפול -לפני	טיפול -אחרי	ביקורת -לפני	ביקורת -אחרי	ביקורת: צמתים לא עירוניים	O- treatment	O- comp	OR	lnOR	w	InOR*w
1	15	3	6081	4411		0.20	0.73	0.28	-1.29	2.50	-3.22
	15	3									-3.22 =Sum ln*w
	טיפול -לפני	טיפול -אחרי	ביקורת -לפני	ביקורת -אחרי	Sum =W						
	15	3	6081	4411	2.50						
					0.28 =WME						
					1.96 =z						
					0.08 =left						
					0.95 =right						
					-72%						
					-92%						
					-5%						

ניתן לראות כי, בתקופת אחרי הטיפול לעומת לפני, מספר התאונות עם נפגעים ירד בצורה ניכרת, גם לעומת קבוצת ביקורת.

טבלה 3.29 מסכמת את ממצאי ההערכות עבור סוג טיפול זה. ניתן לראות כי בעקבות הקמת מעגלי תנועה במחלף נצפתה ירידה מובהקת בסך התאונות עם נפגעים וכן, מגמות ירידה בתאונות החמורות ובכלל התאונות.

טבלה 3.29. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 3 במחלפים - הקמת מעגלי תנועה במחלף
Table 3.29. Evaluation results for treatment type 3 at interchanges - building roundabouts

משמעות התוצאה	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	קבוצת ביקורת	סוג תאונות
ירידה	-72% [-92% ; -5%]	צמתים לא עירוניים	סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)
מגמת ירידה (מיעוט נתונים)	-38% [-94% ; +497%]	צמתים לא עירוניים	תאונות חמורות
מגמת ירידה	-58% [-84% ; +13%]	צמתים לא עירוניים	כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"

(4) טיפול במעקות

טיפול זה בוצע בשני אתרים, כמוצג להלן:

תקופת "אחרי"	תקופת "לפני"	מס' טיפול	סוג טיפול	סוג אתר	תקופת ביצוע בשטח	פרוגרמה	דרך 2	דרך 1	שם אתר
2009-2011	2005-2007	4	טיפול במעקות, אבני שפה	מחלף	2008	מעקות, צבע, עיני חתול; גיזום וחיפוי בטיחותי, טיפול במעקות, העתקת ארונות בקרה, תיקון א.ש.	40	1	מחלף לוד
2009-2011	2005-2007	4	החלפת מעקות, החלפת עדשות בלדים	מחלף	חודשים 2008 5-7	החלפת מעקות בטיחות, העתקת ארונות בקרה, החלפת עדשות רמזור ללדים	553	2	מחלף פולג

להלן תוצאות הערכה באתרים אלה, עבור סך התאונות עם נפגעים:

אתר	טיפול לפני	טיפול אחרי	ביקורת לפני	ביקורת אחרי	ביקורת: צמתים לא עירוניים	O-comp	O-treatment	lnOR*w	w	lnOR	OR	WME	z	left	right
1	23	21	6081	4411		0.73	0.91	2.52	10.93	0.23	1.26				
2	11	11	6081	4411		0.73	1.00	1.76	5.49	0.32	1.38				
סה"כ	34	32						4.28	=Sum ln*w			16.42	=Sum W		
								30%	1.30						
								-20%	0.80						
								110%	2.10						

ניתן לראות כי, בתקופת אחרי הטיפול לעומת לפני, נצפתה מגמת עליה במספר התאונות עם נפגעים, לעומת קבוצת ביקורת.

טבלה 3.30 מסכמת את ממצאי ההערכות עבור סוג טיפול זה. ניתן לראות כי בעקבות טיפולים במעקות ושיפורים קלים נוספים במחלף נצפתה מגמת עליה בסך התאונות עם נפגעים, ביחד עם מגמת ירידה בתאונות החמורות וירידה מובהקת בכלל התאונות. נראה כי הטיפול לא היה יעיל

דיו כדי לתרום לירידה בתאונות עם נפגעים; עם זאת, ריבוי הטיפולים הקטנים שנעשו במחלף כפי הנראה תרם לירידה בכלל התאונות (בעיקר, מסוג "כללי עם נפגעים").

טבלה 3.30. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 4 במחלפים - טיפול במעקות

Table 3.30. Evaluation results for treatment type 4 at interchanges - barrier treatments

סוג תאונות	קבוצת ביקורת	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	משמעות התוצאה
סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)	צמתים לא עירוניים	+30% [-20% ; +110%]	מגמת עליה
תאונות חמורות	צמתים לא עירוניים	-86% [-100% ; +2140%]	מגמת ירידה (מיעוט נתונים)
כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"	צמתים לא עירוניים	-28% [-42% ; -10%]	ירידה

(5) רמזור צומת במחלף

טיפול זה בוצע באתר אחד, כמוצג להלן:

שם צומת	דרך 1	דרך 2	פרוגרמה	תקופת ביצוע בשטח	סוג אתר	סוג טיפול	מס' טיפול	תקופת "לפני"	תקופת "אחרי"
מחלף עתלית	2	721	התקנת רמזור	חודשים 1-6 2009	מחלף	רמזור צומת במחלף	5	2006-2008	7/2009-2011

להלן תוצאות הערכה באתר זה, עבור סך התאונות עם נפגעים:

אתר	טיפול לפני	טיפול אחרי	ביקורת לפני	ביקורת אחרי	ביקורת: צמתים לא עירוניים	O- comp	O- treatment	lnOR	OR	w	lnOR*w
1	8	2	6025	3465		0.58	0.25	-0.83	0.43	1.60	-1.33
1	8	2	6025	3465		0.58	0.25	-0.83	0.43	1.60	-1.33
=Sum ln*w											
=Sum W											
0.43 =WME											
1.96 =z											
0.09 =left											
2.05 =right											
-57%											
-91%											
105%											

ניתן לראות כי, בתקופת אחרי הטיפול לעומת לפני, הייתה מגמת ירידה במספר התאונות עם נפגעים במחלף זה לעומת קבוצת ביקורת. עקב בחינת אתר אחד בלבד, מספר התאונות קטן והתוצאה אינה מובהקת.

ממצאים דומים התקבלו גם בניתוח השינויים בתאונות החמורות ובכלל התאונות, דהיינו מספר התאונות בתקופת ה"אחרי" ירד ונמצאה מגמת ירידה לעומת קבוצת ביקורת. עקב מיעוט הנתונים שהיו בניתוח, מוצע לא לייחס משמעות מעשית לאומדני שינוי בתאונות שהתקבלו עבור סוג טיפול זה.

(6) ריבוד רמפות

טיפול זה בוצע בארבעה אתרים, כמוצג להלן:

שם צומת	דרך 1	דרך 2	פרוגרמה	תקופת ביצוע בשטח	סוג אתר	סוג טיפול	מס' טיפול	תקופת "לפני"	תקופת "אחרי"
מחלף נתניה	2	57	ריבוד רמפות וחתך גשר לרבות גישות לרמזור, החלפת עדשות רמזור ללדים	חודשים 2008 5-7	מחלף	ריבוד רמפות, החלפת עדשות בלדים	6	2005-2007	2009-2011
מחלף השבעה	4	44	ריבוד, צבע, עיני חתול	2007	מחלף	ריבוד, צבע, עיני חתול	6	2004-2006	2008-2010
מחלף מורשה	4	5	עיני חתול, ריבוד, צבע	2007	מחלף	ריבוד, צבע, עיני חתול	6	2004-2006	2008-2010
מחלף אדומים	1	417	ריבוד רמפות מ-1 ל-417 ומ-1 ל-417, השלמת מעקות	חודשים 2009 4-6	מחלף	ריבוד רמפות, השלמת מעקות	6	2006-2008	7/2009-2011

להלן תוצאות הערכה באתרים אלה, עבור סך התאונות עם נפגעים :

אתר	טיפול לפני	טיפול אחרי	ביקורת לפני	ביקורת אחרי	ביקורת עיחוניים	צמתים מרומזרים לא
1	20	9	6081	4411		
2	73	48	6321	5251		
3	110	73	6321	5251		
4	4	2	6025	3465		
סה"כ	207	132				

אתר	טיפול לפני	טיפול אחרי	ביקורת לפני	ביקורת אחרי	O-treatment	O-comp	OR	lnOR	w	lnOR*w
1	20	9	6081	4411	0.45	0.73	0.62	-0.48	6.19	-2.96
2	73	48	6321	5251	0.66	0.83	0.79	-0.23	28.67	-6.70
3	110	73	6321	5251	0.66	0.83	0.80	-0.22	43.22	-9.71
4	20	9	6081	4411	0.45	0.73	0.62	-0.48	6.19	-2.96
									Sum =ln*w	-22.32
									Sum =W	84.27
									=z	1.96
									WME	0.77
									=left	0.62
									=right	0.95

ניתן לראות כי, בתקופת אחרי הטיפול לעומת לפני, באתרי הטיפול נצפתה ירידה במספר התאונות עם נפגעים, לעומת קבוצת ביקורת.

טבלה 3.31 מסכמת את ממצאי ההערכות עבור סוג טיפול זה. ניתן לראות כי בעקבות ריבוד רמפות ושיפורים קלים נוספים במחלפים נצפתה ירידה מובהקת בסך התאונות עם נפגעים, ביחד עם מגמת ירידה בתאונות החמורות ומגמת עליה בכלל התאונות. סה"כ, השינוי בתאונות עם נפגעים הצביע על יעילות בטיחותית של הטיפול.

טבלה 3.31. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 6 במחלפים - ריבוד רמפות

Table 3.31. Evaluation results for treatment type 6 at interchanges - ramps' resurfacing

משמעות התוצאה	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	קבוצת ביקורת	סוג תאונות
ירידה	-23% [-38% ; -5%]	צמתים לא עירוניים	סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)
מגמת ירידה	-12% [-57% ; +82%]	צמתים לא עירוניים	תאונות חמורות
מגמת עליה	+10% [-1% ; +22%]	צמתים לא עירוניים	כלל התאונות : ת"ד + "כללי עם נפגעים"

4. הערכות מסכמות ליעילות אמצעי התשתית

4.1 סיכום לממצאי ההערכות המפורטות

במחקר זה בוצעו הערכות יעילות בטיחותית ל-34 סוגים של שיפורי תשתית אשר יושמו בדרכים הלא עירוניות בישראל בשנים 2007-2009. לכל סוג טיפול (שיפור בתשתית) התקבל אחוז שינוי בתאונות באתרי הטיפול בתקופת "אחרי" לעומת "לפני" הטיפול, בניכוי השינויים בקבוצת ביקורת. השינויים בתאונות שנצפו באתרים השונים שעברו טיפול דומה שוקללו לערך מסכם - מדד האפקטיביות, לפי סוג הטיפול, כאשר לערך הממוצע של המדד חושבו גם גבולות רווח הסמך (ברמת מובהקות 0.05). השינויים בתאונות נבחנו, בעיקר, עבור סך התאונות עם נפגעים, התאונות החמורות וכלל התאונות (ת"ד + "כללי עם נפגעים").

טבלאות 4.1-4.4 להלן מביאות סיכום לממצאי הערכות של שיפורי התשתית שנבחנו במחקר, בהתאם לסוגי ההסדרים: קטעי דרך, צמתים ומחלפים. סוגי הטיפולים שמזוהים עם שינויים מובהקים בתאונות, מודגשים בטבלאות. להלן הממצאים העיקריים שנלמדו מטבלאות הסיכום.

(1) שיפורים בתשתית בקטעי דרכים - טבלה 4.1 (סה"כ 13 סוגי טיפול)

- בעקבות הסדרת עקומה בקטע דרך חד-מסלולית, השינויים בתאונות הצביעו על מגמת עליה, הן בסך התאונות עם נפגעים והן בכלל התאונות (ת"ד + כללי עם נפגעים). עם זאת, רווחי הסמך של אומדני השינוי בתאונות היו כה גדולים שלא ניתן לייחס משמעות מעשית לתוצאות שהתקבלו.

- בעקבות הרחבת קטע דרך חד-מסלולית לדו-מסלולית, נמצאה ירידה עקבית בתאונות, כאשר בסך התאונות עם נפגעים ובכלל התאונות נמצאה ירידה מובהקת, ובתאונות החמורות נצפתה מגמת ירידה.

- בעקבות התקנת מעקה מפרדה והסדרת מדרכות, בקטע דרך חד-מסלולית, השינויים בתאונות הצביעו על מגמת עליה, הן בסך התאונות עם נפגעים והן בכלל התאונות, אם כי, מספר התאונות באתר הטיפול היה נמוך, מה שגורע ממשמעות הממצאים. בכל ההערכות, רווחי הסמך היו גדולים, מה שמצביע על אי-וודאות גבוהה של התוצאה.

- בעקבות ריבוד ושיפורים גיאומטריים בקטע דרך חד-מסלולית, ליד אזור עסקים, השינויים בתאונות הצביעו, לרוב, על מגמת עליה, כאשר מספר התאונות באתר הטיפול היה נמוך מאוד וגם גודל רווח הסמך, בכל ההערכות, היה רחב מאוד. כל זה מצביע על אי-וודאות גבוהה של התוצאה.

- בעקבות בניית הפרדה (הפיכה לדו-מסלולית) בקטע דרך חד-מסלולית שחצתה שטח עירוני, בסך התאונות עם נפגעים נצפתה מגמת ירידה אשר נהפכה למקרה "ללא שינוי" לאחר ביצוע תיקון עקב רגרסיה לממוצע; בתאונות החמורות נמצאו מגמות הפוכות, כאשר סה"כ מדובר במיעוט נתוני תאונות אלה. לעומת זאת, ירידה מובהקת נצפתה בכלל התאונות (ת"ד + כללי עם נפגעים).

- בעקבות התקנת מעקות - הקמת הפרדה קשיחה, בקטעי דרכים חד-מסלוליות, השינויים בתאונות היו עקביים והצביעו על ירידה בכל סוגי התאונות שנבחנו.

- בעקבות התקנת מעקות - הקמת הפרדה קשיחה, בקטעי דרכים דו-מסלוליות, השינויים בתאונות הצביעו על מגמת ירידה בסך התאונות עם נפגעים ובכלל התאונות. ההערכות של

שינויים בתאונות החמורות ובתאונות חזית-חזית הדגימו רווחי סמך גדולים מאוד, בשל מיעוט הנתונים, מה שגורע משמעות הממצאים עבור סוגי תאונות אלה.

- בעקבות טיפול משולב - מעקות, סימון מיסעה/תמרור, בקטעי דרכים חד-מסלוליות, השינויים בתאונות לא היו עקביים: בסך התאונות עם נפגעים לא היה שינוי מעשי (אם כי, לאחר תיקון עקב רגרסיה לממוצע זוהתה מגמת עליה); בתאונות החמורות נצפתה מגמת עליה, אם כי, עם רווחי סמך גדולים, מה שגורע מהמשמעות המעשית של התוצאה. לעומת זאת, בכלל התאונות (ת"ד + כללי עם נפגעים) נצפתה ירידה (ברמת מובהקות 0.1).

- בעקבות טיפול משולב - מעקות, סימון מיסעה/תמרור, בקטעי דרכים דו-מסלוליות, לא היה שינוי מעשי בסך התאונות עם נפגעים ובתאונות החמורות. לעומת זאת, נצפתה ירידה בכלל התאונות (ת"ד + כללי עם נפגעים).

- בעקבות טיפול משולב - ריבוד, סימון מיסעה, טיפול במעקות, בקטעי דרכים חד-מסלוליות, נמצאה ירידה מובהקת הן בתאונות עם נפגעים והן בכלל התאונות, כאשר בתאונות החמורות לא היה שינוי.

- בעקבות אותו הטיפול המשולב - ריבוד, סימון מיסעה, טיפול במעקות, בקטעי דרכים דו-מסלוליות, נמצאה ירידה מובהקת בתאונות עם נפגעים, כאשר בתאונות החמורות ובכלל התאונות לא היה שינוי.

- בעקבות טיפול משולב - טיפול במעקות, ריבוד, שוליים, בקטעי דרכים חד-מסלוליות, נצפו ירידות מובהקות בסך התאונות עם נפגעים ובכלל התאונות. לעומת זאת, בתאונות החמורות לא נמצא שינוי חיובי אלא נצפתה מגמת עליה (לא מובהקת).

- בעקבות טיפול משולב - שילוט, עבודות מיסעה, שוליים, בקטע דרך חד-מסלולית, נמצאה מגמת ירידה בכל סוגי התאונות שנבחנו: סך התאונות עם נפגעים, תאונות חמורות, כלל התאונות.

- לעומת זאת, בעקבות אותו הטיפול המשולב - שילוט, עבודות מיסעה, שוליים, בקטע דרך דו-מסלולית, נצפו מגמות ירידה בסך התאונות עם נפגעים ובתאונות החמורות, כאשר בכלל התאונות (ת"ד + כללי עם נפגעים) נמצאה עליה.

- בעקבות טיפול משולב - ריבוד, התקנת סופגי אנרגיה, טיפול במעקות, בקטע דרך דו-מסלולית, לא נמצא שינוי בסך התאונות עם נפגעים ובתאונות החמורות, כאשר בכלל התאונות (ת"ד + כללי עם נפגעים) נמצאה ירידה מובהקת.

- בעקבות טיפולי מיסעה, סימון, עיני חתול, בקטע דרך חד-מסלולית, לא נמצא שינוי בסך התאונות עם נפגעים, נצפתה מגמת ירידה בתאונות החמורות וגם נמצאה ירידה מובהקת בכלל התאונות (ת"ד + כללי עם נפגעים).

- בעקבות שיפורי תמרור, בקטע דרך חד-מסלולית, נצפתה מגמת עליה בסך התאונות עם נפגעים ומגמת ירידה בתאונות החמורות, כאשר בשני המקרים התקבלו רווחי סמך גדולים, מה שגורע מהמשמעות המעשית של הממצאים. עבור כלל התאונות (ת"ד + כללי עם נפגעים), נמצאה מגמת ירידה, עם רווח סמך קטן יותר.

טבלה 4.1. סיכום לממצאי הערכות של שיפורי תשתית בקטעי דרכים, שהתקבלו במחקר הנוכחי

Table 4.1. Summary of the evaluation results for road section treatments, received in the current study

מס'	סוג שיפור בתשתית (בסוגריים - מספר אתרי טיפול)	אומדן שינוי בתאונות עם נפגעים*	אומדן שינוי בתאונות החמורות*	אומדן שינוי בכלל התאונות ¹	הערות
1	הסדרת עקומה, בדרך חד-מסלולית (1)	לא נמצא	לא נמצא (מיעוט נתונים)	לא נמצא	רווחי סמך גדולים
2	הרחבת קטע דרך חד-מסלולי (לדו-מסלולי (2)	-32% [-48% ; -11%]	מגמת ירידה, לא מובהק	-31% [-41% ; -19%]	² ראה הערה
3	התקנת מעקה מפרדה, הסדרת מדרכות, בקטע חד-מסלולי (1)	לא נמצא	לא נמצא	לא נמצא	מיעוט נתוני התאונות
4	ריבוד ושיפורים גיאומטריים בקטע חד-מסלולי, ליד אזור עסקים (1)	לא נמצא	לא נמצא	לא נמצא	מיעוט נתוני התאונות
5	בניית הפרדה - הפיכה לדו-מסלולי של קטע דרך חד-מסלולית שחוצה שטח עירוני (2)	ללא שינוי	לא נמצא (מיעוט נתונים)	-53% [-66% ; -37%]	² ראה הערה
6-1	התקנת מעקות - הפרדה קשיחה, בקטע חד-מסלולי (4)	-50% [-68% ; -24%]	מגמת ירידה, לא מובהק	-23% [-40% ; -2%]	² ראה הערה
6-2	התקנת מעקות - הפרדה קשיחה, בקטע דו-מסלולי (1)	מגמת ירידה, לא מובהק	לא נמצא (מיעוט נתונים)	מגמת ירידה, לא מובהק	² ראה הערה
7-1	טיפול משולב: טיפול במעקות, סימון מיסעה/תמרור, בקטע חד-מסלולי (4)	מגמת עליה, לא מובהק	מגמת עליה, לא מובהק	-13% [-27% ; +3%] ³	רווח סמך גדול לתאונות חמורות
7-2	טיפול משולב: טיפול במעקות, סימון מיסעה/תמרור, בקטע דו-מסלולי (3)	ללא שינוי	ללא שינוי	-14% [-22% ; -6%]	--
8-1	טיפול משולב: ריבוד, סימון מיסעה, טיפול במעקות, בקטע חד-מסלולי (6)	-16% [-29% ; -1%]	ללא שינוי	-20% [-28% ; -11%]	--
8-2	טיפול משולב: ריבוד, סימון מיסעה, טיפול במעקות, בקטע דו-מסלולי (6)	-23% [-30% ; -16%]	ללא שינוי	ללא שינוי	--
9	טיפול משולב: טיפול במעקות, ריבוד, שוליים, בקטע חד-מסלולי (5)	-12% [-23% ; 0%]	מגמת עליה, לא מובהק	-19% [-25% ; -13%]	--
10-1	טיפול משולב: שילוט, עבודות מיסעה, שוליים, בקטע חד-מסלולי (1)	מגמת ירידה, לא מובהק	מגמת ירידה, לא מובהק	מגמת ירידה, לא מובהק	--
10-2	טיפול משולב: שילוט, עבודות מיסעה, שוליים, בקטע דו-מסלולי (1)	מגמת ירידה, לא מובהק	מגמת ירידה, לא מובהק	+41% [+26% ; +58%]	--
11	טיפול משולב: ריבוד, התקנת סופגי אנרגיה, טיפול במעקות, בקטע דרך דו-מסלולית (1)	ללא שינוי	ללא שינוי	-17% [-24% ; -11%]	--
12	טיפול מיסעה, סימון, עיני חתול, בקטע דרך חד-מסלולית (1)	ללא שינוי	מגמת ירידה, לא מובהק	-23% [-38% ; -5%]	--
13	שיפורי תמרור, בקטע דרך חד-מסלולית (1)	מגמת עליה, לא מובהק	מגמת ירידה, לא מובהק	מגמת ירידה, לא מובהק	רווחי סמך גדולים

*לרוב, נבחר אומדן אחרי התיקון עקב רגרסיה לממוצע

¹ כולל: ת"ד + "כללי עם נפגעים"

² עבור תאונות חזית-חזית לא נתקבל אומדן משמעותי עקב מיעוט תאונות מסוג זה באתרי הטיפול ורווח סמך גדול לאומדן השינוי

³ מובהק ב-ר.מ. 0.1

(2) שיפורים בתשתית בצמתים - טבלה 4.2 (סה"כ 15 סוגי טיפולים)

- בעקבות הקמת מעגלי תנועה בצמתים הלא מרומזרים, נצפו מגמות ירידה, הן בסך התאונות עם נפגעים והן בכלל התאונות (ת"ד + כללי עם נפגעים), כאשר עבור התאונות החמורות לא התקבל אומדן עקב מיעוט נתוני התאונות באתרי הטיפול. ללא שני צמתים שעבורם הירידה בתאונות בעקבות הטיפול היתה קטנה יותר לעומת קבוצת הביקורת (צומת טירה וצומת חניתה), הקמת מעגל תנועה מזוהה עם ירידה מובהקת בתאונות עם נפגעים.

- בעקבות רימזור צומת, עבור כל אתרי הטיפול נצפתה עליה בכלל התאונות (ת"ד + כללי עם נפגעים), במקביל עם אי-שינוי בסך התאונות עם נפגעים ובתאונות החמורות. ללא 4 צמתים בעייתיים (שבי ציון/רגבה; מגיד אל כרום מזרח; כניסה למגיד אל כרום מערב; נרבתה) רימזור צומת התקשר עם ירידה מובהקת בסך התאונות עם נפגעים.

- בעקבות הסדרת צומת מרומזר, נמצאה מגמת ירידה בסך התאונות עם נפגעים, אי-שינוי בתאונות החמורות ועליה בכלל התאונות (ת"ד + כללי עם נפגעים). ללא 6 צמתים בעייתיים (כניסה לקרית הממשלה בכביש 75; כברי; גולני; צומת כניסה לרומת אל הייב, מכר ובענה בכביש 85), הסדרת צומת מרומזר מזוהה עם ירידה מובהקת בתאונות עם נפגעים.

- בעקבות הסדרת תימרוור בצומת, נצפתה מגמת ירידה בסך התאונות עם נפגעים ובכלל התאונות, כאשר עבור התאונות החמורות לא נתקבל אומדן עקב מיעוט הנתונים.

- בעקבות החלפת עדשות בלדים בצומת מרומזר נצפתה מגמת ירידה בסך התאונות עם נפגעים ועליה בכלל התאונות, כאשר עבור התאונות החמורות לא נתקבל אומדן (עקב מיעוט הנתונים).

- בעקבות ריבוד צומת והחלפת עדשות בלדים בצומת מרומזר לא היה שינוי בסך התאונות עם נפגעים ונמצאה עליה בכלל התאונות, כאשר עבור התאונות החמורות לא נתקבל אומדן (עקב מיעוט הנתונים).

- בעקבות ריבוד וטיפול במעקות בטיחות בצומת מרומזר נמצאה מגמת ירידה (מובהקת גבולית) בסך התאונות עם נפגעים ומגמת ירידה בתאונות החמורות, כאשר בכלל התאונות לא היה שינוי.

- בעקבות טיפול בשוליים והחלפת עדשות בלדים, בצומת מרומזר, לא היה שינוי בסך התאונות עם נפגעים, כאשר בכלל התאונות היתה מגמת עליה. בשל מיעוט התאונות החמורות לא נתקבל אומדן לסוג תאונות זה.

- בעקבות שינוי תוכנית רמזור (בתוספת החלפת עדשות בלדים או ריבוד), בצומת מרומזר, לא היה שינוי בסך התאונות עם נפגעים, כאשר עבור כלל התאונות נמצאה מגמת עליה. עבור התאונות החמורות לא נתקבל אומדן, עקב מיעוט הנתונים.

- בעקבות הסדרת מדרכות ושילוט, בצומת מרומזר, לא התקבל אומדן שינוי בתאונות עבור סך התאונות עם נפגעים והתאונות החמורות, עקב מיעוט הנתונים. עבור כלל התאונות נמצאה מגמת עליה, כאשר ממצא זה מתבסס על נתוני תאונות באתר אחד בלבד ולכן, לא אמין.

- בעקבות הרחבת צומת לא מרומזר התקבלו מגמות ירידה בסך התאונות עם נפגעים ובכלל התאונות, אם כי, אומדנים אלה ללא משמעות מעשית עקב מיעוט נתוני התאונות באתר הטיפול. עבור התאונות החמורות האומדן לא חושב עקב מיעוט הנתונים.

- בעקבות טיפול במעקות בצומת מרומזר נצפתה ירידה מובהקת בסך התאונות עם נפגעים, כאשר עבור התאונות החמורות לא נמצא שינוי. בקרב כלל התאונות נרשמה עליה.

- בעקבות טיפולי מיסעה בצמתים מרומזרים נצפתה ירידה מובהקת בסך התאונות עם נפגעים, כאשר עבור התאונות החמורות וכלל התאונות נרשמה מגמת ירידה.

- בעקבות הוספת גדרות הולכי רגל בצומת מרומזר נצפתה מגמת ירידה בסך התאונות עם נפגעים ועליה בכלל התאונות. בצומת זה, בשתי התקופות, לא היו תאונות חמורות.

- בעקבות הסדרה ליד מעגל תנועה נצפתה מגמת ירידה בסך התאונות עם נפגעים ובכלל התאונות. בתקופת ה"אחרי", מספר התאונות באתר זה ירד לאפס. מכיוון שהערכה זו מבוססת על אתר אחד בלבד, לא התקבל אומדן מעשי לשינוי בתאונות.

סה"כ, מבין כל השיפורים שנבחנו בצמתים (לעומת קבוצות ביקורת - צמתים מרומזרים או לא מרומזרים), רק ב-6 מקרים נמצאה ירידה מובהקת בסך התאונות עם נפגעים, בתנאים מסוימים. אף שיפור לא מזוהה עם ירידה מובהקת בתאונות החמורות, בעיקר עקב מיעוט נתוני התאונות החמורות באתרי הטיפול. אומדני השינוי בכלל התאונות (ת"ד + כללי עם נפגעים), במקרים רבים, הראו מגמת עליה או עליה מובהקת אשר הייתה בניגוד לירידה או מגמת ירידה שנצפו בתאונות עם נפגעים. אי-התאמות אלה מעוררות שאלות בנוגע לאמינות נתוני הקבצים "כללי עם נפגעים".

בנוסף, כפי שצוין בפרק 2, סוג צומת (מרומזר/לא מזומר) באתרי הביקורת זוהה לפי שדה RAMZOR של קבצי ת"ד של הלמ"ס. בבחינת נתוני התאונות נמצא כי עבור חלק ניכר ממקרי התאונות בקבוצות הביקורת, בכל שנות הניתוח, שדה זה נשאר ללא ערך כלשהו, מה שעורר ספקות לגבי אמינות חלוקת נתוני התאונות בקבוצות הביקורת לצמתים מרומזרים ולא מרומזרים. לכן, השינויים בתאונות באתרי הטיפול - צמתים נבחנו גם לעומת קבוצת ביקורת נוספת - כלל הצמתים הלא עירוניים. פירוט הערכות אלה מוצג בנספח א'. טבלה 4.3 מביאה את סיכום הממצאים.

בטבלה 4.3 ניתן להבחין כי ההערכות הנוספות של השיפורים בצמתים (לעומת קבוצת ביקורת נוספת - כלל הצמתים הלא עירוניים), הצביעו על ירידה מובהקת בסך התאונות עם נפגעים ב-5 סוגי טיפול שהם: מעגלי תנועה; רימזור צומת; ריבוד וטיפול במעקות בצומת מרומזר; טיפול במעקות באזור הצומת; טיפולי מיסעה בצומת מרומזר. סוגי טיפולים אלה היו מזוהים עם ירידה מובהקת בתאונות עם נפגעים גם בהערכה הקודמת (ראה טבלה 4.2), כאשר קבלת ממצאים דומים במספר הערכות, ככלל, מחזקת את אמינות התוצאה.

לעומת זאת, סוג טיפול "הסדרת צומת מרומזר", בהערכה החדשה כבר לא מזוהה עם ירידה מובהקת בתאונות עם נפגעים (כפי שהיה מזוהה בהערכה הקודמת - ראה טבלה 4.2), דהיינו לא ניתן לטעון בוודאות לירידה בתאונות בעקבות סוג טיפול זה.

בנוסף, ניתן להבחין כי בהערכה לעומת כלל הצמתים הלא עירוניים, התקבלו מספר תוצאות עם ירידה מובהקת בכלל התאונות (ת"ד + כללי עם נפגעים). ממצאים כאלה נצפו עבור סוגי טיפולים כגון: הסדרת תמרורים בצומת; ריבוד וטיפול במעקות בצומת מרומזר; טיפול במעקות באזור הצומת, בצומת מרומזר; טיפולי מיסעה, בצומת מרומזר. בשלושה מקרים, פרט להסדרת תמרורים בצומת, הירידה בכלל התאונות תואמת את הירידה המובהקת שנצפתה בתאונות עם

נפגעים. מכאן ייתכן שירידה זו מציגה מסר אמיתי לגבי השפעת שיפורי תשתית אלה על כלל התאונות בצומת.

טבלה 4.2. סיכום לממצאי הערכות של שיפורי תשתית בצמתים (לעומת קבוצות ביקורת: צמתים מרומזרים או לא מרומזרים)

Table 4.2. Summary of the evaluation results for junction treatments (compared to control groups: signalized or non-signalized junctions)

מס'	סוג שיפור בתשתית (בסוגריים - מספר אתרי טיפול)	אומדן שינוי בסך התאונות עם נפגעים	אומדן שינוי בתאונות בתאונות החמורות	אומדן שינוי בכלל התאונות ¹
1	מעגל תנועה (9)	מגמת ירידה; עבור 7 צמתים: -59% [-79%; -21%]	לא נמצא (מיעוט נתונים)	מגמת ירידה
2	רמזור צומת (14)	ללא שינוי; עבור 10 צמתים: -40% [-63%; -2%]	ללא שינוי	עליה
3	הסדרת צומת מרומזר (26)	מגמת ירידה; עבור 20 צמתים: -27% [-40%; -11%]	ללא שינוי	עליה
	הסדרת צומת לא מרומזר (4)	אין ממצא (רווח סמך גדול)	אין ממצא (מיעוט נתונים)	מגמת עליה
4	הסדרת תמרורים בצומת* (4)	מגמת ירידה	לא נמצא (מיעוט נתונים)	מגמת ירידה
5	החלפת עדשות בלדים, בצומת מרומזר (11)	מגמת ירידה	לא נמצא (מיעוט נתונים)	עליה
6	ריבוד בצומת והחלפת עדשות בלדים בצומת מרומזר (3)	ללא שינוי	לא נמצא (מיעוט נתונים)	עליה
7	ריבוד וטיפול במעקות, בצומת מרומזר (7)	-17% [-36%; +6%] ²	מגמת ירידה	ללא שינוי
8	טיפול בשוליים והחלפת עדשות בלדים, בצומת מרומזר (2)	ללא שינוי	לא נמצא (מיעוט נתונים)	מגמת עליה
9	שינוי תוכנית רמזור* (2)	ללא שינוי	לא נמצא (מיעוט נתונים)	מגמת עליה
10	הסדרת מדרכות ושילוט, בצומת מרומזר (1)	לא נמצא (מיעוט נתונים)	לא נמצא (מיעוט נתונים)	מגמת עליה (אתר 1)
11	הרחבת צומת לא מרומזר (1)	מגמת ירידה (מיעוט נתונים)	לא נמצא (מיעוט נתונים)	מגמת ירידה (מיעוט נתונים)
12	טיפול במעקות באזור הצומת, בצמתים מרומזרים (9)	-22% [-38%; -1%]	ללא שינוי	עליה
13	טיפול מיסעה, בצומת מרומזר (2)	-45% [-66%; -13%]	מגמת ירידה (מיעוט נתונים)	מגמת ירידה
14	הוספת גדרות הולכי רגל, בצומת מרומזר* (1)	מגמת ירידה	לא נמצא (אין תאונות)	עליה
15	הסדרה ליד מעגל תנועה (1)	מגמת ירידה	לא נמצא (מיעוט נתונים)	מגמת ירידה

* לעתים, בתוספת טיפולים קלים כגון: החלפת עדשות בלדים

¹ כולל: ת"ד + "כללי עם נפגעים"

² מובהק ב-ר.מ. 0.15

טבלה 4.3. סיכום לממצאי הערכות של שיפורי תשתית בצמתים (לעומת קבוצת ביקורת נוספת - כלל הצמתים הלא עירוניים)

Table 4.3. Summary of the evaluation results for junction treatments (compared to another control group - all rural junctions)

מס'	סוג שיפור בתשתית (בסוגריים - מספר אתרי טיפול)	אומדן שינוי בסך התאונות עם נפגעים	אומדן שינוי בתאונות החמורות	אומדן שינוי בכלל התאונות ¹
1	מעגל תנועה (9)	-52% [-71% ; -21%]	לא נמצא (מיעוט נתונים)	מגמת ירידה
2	רמזור צומת (14)	-29% [-49% ; -2%]	מגמת ירידה	עליה
3	הסדרת צומת מרומזר (26)	ללא שינוי	ללא שינוי	עליה
	הסדרת צומת לא מרומזר (4)	אין ממצא (רווח סמך גדול)	אין ממצא (מיעוט נתונים)	עליה
4	הסדרת תמרורים בצומת* (4)	ללא שינוי	לא נמצא (מיעוט נתונים)	ירידה
5	החלפת עדשות בלדים, בצומת מרומזר (11)	מגמת ירידה	לא נמצא (מיעוט נתונים)	מגמת עליה
6	ריבוד בצומת והחלפת עדשות בלדים בצומת מרומזר (3)	מגמת עליה	לא נמצא (מיעוט נתונים)	מגמת עליה
7	ריבוד וטיפול במעקות, בצומת מרומזר (7)	-20% [-38% ; +2%] ²	מגמת ירידה	ירידה
8	טיפול בשוליים והחלפת עדשות בלדים, בצומת מרומזר (2)	ללא שינוי	לא נמצא (מיעוט נתונים)	מגמת עליה
9	שינוי תוכנית רמזור* (2)	מגמת עליה	לא נמצא (מיעוט נתונים)	מגמת עליה
10	הסדרת מדרכות ושילוט, בצומת מרומזר (1)	מגמת ירידה (מיעוט נתונים)	לא נמצא (מיעוט נתונים)	מגמת עליה (אתר 1)
11	הרחבת צומת לא מרומזר (1)	מגמת ירידה (מיעוט נתונים)	לא נמצא (מיעוט נתונים)	מגמת ירידה (מיעוט נתונים)
12	טיפול במעקות באזור הצומת, בצמתים מרומזרים (9)	-28% [-43% ; -9%]	מגמת ירידה	ירידה ²
13	טיפול מיסעה, בצומת מרומזר (2)	-50% [-68% ; -20%]	מגמת ירידה (מיעוט נתונים)	ירידה ²
14	הוספת גדרות הולכי רגל, בצומת מרומזר* (1)	מגמת ירידה	לא נמצא (אין תאונות)	מגמת עליה
15	הסדרה ליד מעגל תנועה (1)	מגמת ירידה (מיעוט נתונים)	לא נמצא (מיעוט נתונים)	מגמת ירידה (מיעוט נתונים)

* לעתים, בתוספת טיפולים קלים כגון: החלפת עדשות בלדים
¹ כולל: ת"ד + "כללי עם נפגעים"
² מובהק ב-ר.מ. 0.1

(3) שיפורים בתשתית במחלפים - טבלה 4.4 (סה"כ 6 סוגי טיפולים)

- הטיפול מסוג הסדרת צומת במחלף נבחן במחלף אחד. בתקופת אחרי הטיפול, מספר התאונות עם נפגעים עלה לעומת קבוצת ביקורת, כאשר גם לגבי כלל התאונות (ת"ד + כללי עם נפגעים) נרשמה מגמת עליה. הצומת שטופל היווה חלק אחד ממערך הצמתים במחלף, כאשר השפעתו לא הייתה חזקה מספיק כדי לשנות את מצב התאונות במחלף. בעקבות בדיקת צומת אחד בלבד מוצע לא לייחס משמעות מעשית לאומדני שינוי בתאונות שהתקבלו עבור סוג טיפול זה.

- השפעת הקמת גשר נבחנה במחלף אחד. בתקופת אחרי הטיפול לעומת לפני, מספר התאונות עם נפגעים ירד במחלף זה אך במידה קטנה יותר לעומת קבוצת הביקורת, כאשר ממצאים דומים התקבלו גם עבור התאונות החמורות וכלל התאונות. סה"כ, הגשר שהוקם לא התקשר עם שיפור בטיחותי במחלף. עם זאת, בשל בדיקת אתר אחד בלבד, מוצע לא לייחס משמעות מעשית לאומדני שינוי בתאונות שהתקבלו עבור סוג טיפול זה.

- בעקבות הקמת מעגלי תנועה במחלף נצפתה ירידה מובהקת בסך התאונות עם נפגעים וכן, מגמות ירידה בתאונות החמורות ובכלל התאונות.

- בעקבות טיפולים במעקות ושיפורים קלים נוספים במחלף, נצפתה מגמת עליה בסך התאונות עם נפגעים, ביחד עם מגמת ירידה בתאונות החמורות וירידה מובהקת בכלל התאונות. הטיפול לא היה יעיל דיו כדי לתרום לירידה בתאונות עם נפגעים; עם זאת, הטיפולים הקלים שנעשו במחלף כפי הנראה תרמו לירידה בכלל התאונות (בעיקר, מסוג "כללי עם נפגעים").

- בעקבות רימזור צומת במחלף, באתר הטיפול נמצאה מגמת ירידה במספרי התאונות, מכל הסוגים שנבחנו, לעומת קבוצת ביקורת. עם זאת, עקב מיעוט הנתונים שהיו בניתוח (אתר אחד בלבד), מוצע לא לייחס משמעות מעשית לאומדני שינוי בתאונות שהתקבלו.

- בעקבות ריבוד רמפות ושיפורים קלים נוספים במחלפים נצפתה ירידה מובהקת בסך התאונות עם נפגעים, ביחד עם מגמת ירידה בתאונות החמורות ומגמת עליה בכלל התאונות. סה"כ, השינוי בתאונות עם נפגעים הצביע על יעילות בטיחותית של הטיפול.

טבלה 4.4. סיכום לממצאי הערכות של שיפורי תשתית במחלפים

Table 4.4. Summary of the evaluation results for intersection treatments

מס'	סוג שיפור בתשתית (בסוגריים - מספר אתרי טיפול)	אומדן שינוי בסך התאונות עם נפגעים	אומדן שינוי בתאונות החמורות	אומדן שינוי בכלל התאונות ¹
1	הסדרת צומת במחלף (1)	לא נמצא	לא נמצא	לא נמצא
2	הקמת גשר (1)	לא נמצא	לא נמצא	לא נמצא
3	הקמת מעגלי תנועה במחלף (1)	-72% [-92% ; -5%]	מגמת ירידה (מיעוט נתונים)	מגמת ירידה
4	טיפול במעקות* (2)	מגמת עליה	מגמת ירידה (מיעוט נתונים)	-28% [-42% ; -10%]
5	רימזור צומת במחלף (1)	מגמת ירידה (מיעוט נתונים)	מגמת ירידה (מיעוט נתונים)	מגמת ירידה (מיעוט נתונים)
6	ריבוד רמפות* (4)	-23% [-38% ; -5%]	מגמת ירידה	מגמת עליה

*בתוספת שיפורים קלים אחרים

¹ כולל: ת"ד + "כללי עם נפגעים"

4.2. השוואה עם ממצאי הספרות

כדי לבחון את רמת הסבירות של ממצאי הערכה חדשים, את מקדמי השינוי בתאונות בעקבות שיפורי תשתית שהתקבלו בהערכות החדשות מקובל להשוות עם הממצאים הקודמים, שהתקבלו בתנאים המקומיים, ועם הערכים המסכמים בניסיון הבינלאומי. ככלל, האומדנים החדשים ניתנים לשימוש כאשר הם מתאפיינים ברמת מובהקות גבוהה וגם נמצאים בטווח הערכים שהתקבלו בהערכות דומות בחו"ל ו/או בהערכות קודמות בתנאי הארץ. בנוסף, רצוי כי אומדני השינוי בתאונות יתבססו על מספר גבוה של אתרי טיפול וכי השינוי בתאונות יהיה עקבי (ו/או הגיוני) עבור תאונות ברמות חומרה שונות (או מהסוגים השונים, אם רלוונטי).

בבחינת הניסיון הבינלאומי, ככלל, ניתנת העדפה לערכים שהתקבלו באמצעות שיטת שקלול סטטיסטי (meta-analysis) של מחקרי הערכה רבים. כמו כן, בהשוואת הממצאים חשוב להקפיד על דמיון בין סוגי הטיפולים, סוגי האתרים וסוגי התאונות שעבורם מובאים הערכים.

לבחינת ממצאי ההערכות שהתקבלו במחקר הנוכחי אנו נעזרנו באומדנים הקיימים עבור שיפורי תשתית שונים בתנאי הארץ, מתוך שני מחקרי הערכה שהם: TNM (2002), גיטלמן ואחרים (2009). האומדנים המסכמים על סמך הניסיון הבינלאומי רוכזו ממקורות ספרות אלה:

(1) Elvik et al (2009) שהינו המדריך המקיף ביותר בנושא יעילות בטיחותית של שיפורי תשתית והתערבויות בטיחות שונות. בספר זה ערכי השינוי בתאונות מובאים בצורת אחוז שינוי בתאונות, לרבות גבול תחתון וגבול עליון לאומדן הממוצע, ברמת מובהקות 0.05 (95% רווח סמך).

(2) Highway Safety Manual (HSM) (2010) שפורסם בארה"ב, המהווה פרי עבודת צוותים מקצועיים רבים לאורך כעשור. במדריך מובאים מודלים לחיזוי תאונות בהתחשב בסוגי דרכים וצמתים, ובמאפיינים השונים של הסדרי התנועה. מדריך זה מציג מקדמי שינוי בתאונות, עבור מאפייני תשתית שונים, בצורת אומדן ממוצע וסטטית תקן (למעשה, טעות תקן - standard error).

(3) דו"חות אוסטרליים של Austroads (2010, 2012) עם ריכוז מקדמי ירידה בתאונות בנושאים הקשורים ליצירת תשתית בטיחותית. מדריכים אלה מציגים אחוזי ירידה בתאונות לשיפורי תשתית שונים, בציון רמת הביטחון לכל ערך (נמוך, בינוני, גבוה).

יצוין כי בספרות האמריקנית למקדמי שינוי בתאונות יש שתי צורות. מחד, קיים Crash Modification Factor (CMF) אשר מבטא השפעת אמצעי תשתית או מאפיין תכנוני מסוים על שינוי בתאונות, לעומת תנאי הבסיס, והוא מוצג כמספר עשרוני - ראה, לדוגמא, את HSM (2010). כאשר האמצעי משפר את הבטיחות - מפחית את מספר התאונות, ערך ה-CMF של התכונה קטן מ-1.0, ולהפך, כאשר ערך המאפיין מביא להגדלת מספר התאונות ערך ה-CMF גדול מ-1.0, בעוד שערך ה-1 שייך לתנאי הבסיס. לפי Bonneson and Pratt (2009) מקדם זה מציג את השינוי הצפוי בטווח הארוך בבטיחות האתר בעקבות שינוי במאפיין תכן מסוים.

לעומת זאת, לאפיון יעילותם של אמצעי תשתית שונים, משמשים מקדמי ירידה בתאונות הקרויים Crash Reduction Factor (CRF) - ראה NCHRP 617 (2008); Bonneson and Pratt (2009). ה-CRF מבטא את שיעור התאונות שנחסך כתוצאה משיפור בטיחותי בתשתית.

את הקשר בין ה-CMF וה-CRF ניתן להסביר באופן הבא. מקדם שינוי בתאונות CMF שמתקשר עם שינוי במאפיין הדרך מוגדר כלהלן:

$$CMF = N_{with} / N_{without}$$

כאשר

N_{with} - מספר התאונות הצפוי באתר עם הערך החדש של המאפיין;

$N_{without}$ - מספר התאונות הצפוי באתר ללא הערך החדש של המאפיין.

אזי אחוז התאונות שעומד להיחסך - ה-CRF - בעקבות שינוי המאפיין מוערך כלהלן:

$$CRF = (1 - CMF) * 100\%$$

לעומת זאת, במקורות הלא אמריקניים כגון: Elvik et al (2009), Austroads (2010) יעילות אמצעי תשתית מבוטאת, בדרך כלל, באחוזים, כאשר קיימת אבחנה בין השפעה חיובית ושלילית של

האמצעי על בטיחות. כאשר האמצעי משפר את הבטיחות - מפחית את מספר התאונות, יעילות האמצעי מתבטאת בירידת התאונות באחוזים עם סימן שלילי (-), ולהפך, כאשר האמצעי מביא להגדלת מספר התאונות, יעילות האמצעי מתבטאת בעלייה בתאונות באחוזים עם סימן חיובי (+). ניתן להבחין שגישה זו משתמשת, למעשה, במקדמי ה-CRF לפי ההגדרה האמריקנית.

כפי שצוין לעיל, בכל המקורות, בנוסף לאומדן ערך השינוי בתאונות הקשור לשיפור בתשתית, קיימת גם התייחסות לרמת המובהקות של השינוי. Elvik et al. (2009) מציגים רווח סמך ברמת ביטחון של 95% לאומדן הממוצע המשוקלל (best estimate) של מקדם הירידה בתאונות. לעומת זאת, בספרות האמריקנית מחשבים טעות תקן (standard error) לאומדני ה-CMF.

לבחינת ממצאי מחקר זה בהקשר הניסיון הבינלאומי והניסיון המקומי הקודם, האומדנים המסכמים של מקדמי ירידה בתאונות בעקבות שיפורי התשתית שנבחנו במחקר הנוכחי מוצגים בטבלות 4.5-4.7 ביחד עם מקדמי ירידה בתאונות בעקבות שיפורי תשתית דומים שנבחנו בעבר בארץ ו/או הוערכו בניסיון הבינלאומי. רוב האומדנים בטבלות אלה מתייחסים לסך התאונות עם נפגעים, כאשר הממצאים של המחקר הנוכחי מובאים עבור סך התאונות עם נפגעים וכלל התאונות (ת"ד + "כללי עם נפגעים").

הממצאים בטבלות 4.5-4.7 מובאים עבור שלושה סוגי הסדרים: קטעי דרך, צמתים ומחלפים, כאשר עבור השיפורים בקטעי דרכים ובצמתים נערכה גם חלוקת המשך לשני חלקים שהם:

(א) סוגי השיפורים בתשתית ללא ממצא כמותי במחקר הנוכחי - כאלה שיושמו במספר מועט של אתרי טיפול וככלל, לא מזוהים עם שינוי מובהק בתאונות;

(ב) סוגי השיפורים בתשתית עם אומדנים כמותיים במחקר הנוכחי - כאלה שיושמו במספר ניכר של אתרי טיפול ומזוהים עם שינוי מובהק בתאונות עם נפגעים ו/או בכלל התאונות.

מבחינת טבלות 4.5-4.7 ניתן ללמוד כי:

- עבור 7 סוגים של שיפורי תשתית בקטעי דרכים (ראה טבלה 4.5, א') במחקר הנוכחי לא נתקבלו ערכים מובהקים של מקדמי ירידה בתאונות, בעיקר, מכיוון ששיפורים אלה בוצעו באתרים בודדים. הערכים שנמצאו בספרות הבינלאומית עבור שיפורי תשתית דומים, לרוב, מצביעים על ירידה בתאונות אשר צפויה בעקבות יישום שיפורים כאלה. בנוסף, ניתן להבחין כי 4 מתוך 7 סוגי השיפורים בתנאי הארץ היו מעורבים, כאשר בספרות הבינלאומית, ככלל, קיימים מקדמי ירידה בתאונות עבור טיפולים בודדים. בהתחשב בפוטנציאל החיובי של שיפורי תשתית אלה - תרומתם לירידה בתאונות, אשר נלמד מהניסיון הבינלאומי, יש מקום להמשך מעקב אחרי השפעת סוגי שיפורים אלה על תאונות דרכים, בתנאי הארץ.

- עבור 10 סוגים של שיפורי תשתית בקטעי דרכים חד-מסלוליות ודו-מסלוליות (ראה טבלה 4.5, ב') במחקר הנוכחי התקבלו ערכים מובהקים של מקדמי ירידה בתאונות. ערכים אלה, ככלל, שייכים לטווחי הערכים של מקדמי ירידה בתאונות שנמצאו בספרות, עבור סוגי טיפולים דומים, ומכאן, יכולים להיחשב לאמינים ומתאימים לשימוש בביצוע הערכות בתנאי הארץ. יש להיזהר עם שימוש במקדמי ירידה בתאונות עבור סוגי טיפולים 11, 12 כי הם התבססו על אתר טיפול אחד בלבד. כמו כן, יש לשים לב כי רוב סוגי השיפורים שנבחנו בארץ (7 מתוך 10) היו מעורבים, כאשר בספרות הבינלאומית קיימים מקדמי ירידה בתאונות, בעיקר, עבור טיפולים בודדים.

- עבור 9 סוגים של שיפורי תשתית בצמתים (ראה טבלה 4.6, א') במחקר הנוכחי לא נתקבלו ערכים מובהקים של מקדמי ירידה בתאונות, לרוב, בשל מיעוט האתרים שבהם יושמו שיפורים אלה. הערכים שנמצאו בספרות הבינלאומית עבור רוב סוגי שיפורים כאלה מצביעים על פוטנציאל ירידה בתאונות בעקבות השיפורים. עם זאת, בספרות לא נמצאו אומדנים עבור סוגי שיפורים: הרחבת צומת לא מרומזר; הסדרה ליד מעגל תנועה. כמו כן, עבור סוג שיפור "החלפת עדשות בלדים", לא נמצאה השפעה חיובית על תאונות וזאת, בדומה לממצאיו של המחקר הקודם בתנאי הארץ.

מכאן, לסוגי שיפורים אלה, עד כה, לא ניתן לייחס השפעה חיובית על בטיחות ונדרש המשך מעקב. עבור "החלפת עדשות בלדים", באופן עקבי, לא נמצאה השפעה על תאונות ולכן, יש מקום להסיר טיפול זה מרשימת שיפורים בטיחותיים בתשתית.

- עבור 6 סוגים של שיפורי תשתית בצמתים (ראה טבלה 4.6, ב') במחקר הנוכחי התקבלו ערכים מובהקים של מקדמי ירידה בתאונות. ערכים אלה, ככלל, שייכים לטווחי הערכים של מקדמי ירידה בתאונות שנמצאו בספרות, עבור סוגי טיפולים דומים, ומכאן, יכולים להיחשב לאמינים ומתאימים לשימוש בביצוע הערכות בתנאי הארץ. עם זאת, יש להיזהר עם שימוש במקדם ירידה בתאונות עבור סוג טיפול "הסדרת תמרורים בצומת", כאשר בתנאי הארץ התקבל ערך גבוה של מקדם זה, לעומת הניסיון הבינלאומי. כמו כן, יש להיזהר עם שימוש במקדמי ירידה בתאונות עבור "טיפול מיסעה בצומת מרומזר" עקב היעדר בסיס להשוואה עם הניסיון הבינלאומי וגם בשל העובדה שהממצאים התבססו על שיפורי תשתית בשני אתרי טיפול, בלבד.

יש לשים לב שבעקבות "רימזור צומת" בתנאי הארץ נצפתה עליה בכלל התאונות (ת"ד + כללי עם נפגעים). בניסיון הבינלאומי ישנם ממצאים המעידים על עליה בתאונות "חזית-אחור" בעקבות רימזור צומת (כגון: NCHRP 617, 2008). עם זאת, עליה בסך התאונות, בעקבות רימזור צומת, לא דווחה במקורות הבינלאומיים. לכן, לא ניתן להתייחס לאומדן זה כממצא אמין.

- מבין 6 סוגים של שיפורי תשתית במחלפים (ראה טבלה 4.7) שנבחנו במחקר הנוכחי ערכים מובהקים של מקדמי ירידה בתאונות התקבלו עבור 3 סוגים. שניים מבין ערכים אלה (לא כולל "ריבוד רמפות") שייכים לטווחי הערכים של מקדמי ירידה בתאונות שנמצאו בספרות, עבור סוגי טיפולים דומים. עם זאת, יש להיזהר עם שימוש במקדמי ירידה בתאונות עבור סוגי טיפולים אלה כי הם מתבססים על מספר קטן של אתרי טיפול. לקבלת אומדנים אמינים יותר של מקדמי ירידה בתאונות אשר קשורים לשיפורים במחלפים, יש להמשיך במעקב אחרי השינויים בתאונות בעקבות שיפורי התשתית.

בנוסף, ניתן לציין כי עבור מספר שיפורי תשתית שמוכרים במדינות רבות כגון: רימזור צומת, הקמת מעגל תנועה, שדרוג קטע חד-מסלולי לדו-מסלולי - קיים קונסנסוס לגבי רמת יעילותם, כאשר במחקר הנוכחי בדומה למקורות הספרות, נמצאו אחוזים ניכרים של ירידה בתאונות בעקבות טיפולים אלה. עם זאת, רוב הטיפולים בתשתית שנבחנו במחקר זה היו ייחודיים לישראל, ובייחוד הטיפולים המשולבים, כך שבספרות הבינלאומית לא קיימים מקדמי ירידה בתאונות ברמת הפירוט הנדרשת לביצוע השוואה ישירה עם ממצאי מחקר זה.

טבלה 4.5. אומדני שינוי בתאונות, בעקבות שיפורי תשתית בקטעי דרכים, במחקר הנוכחי, ובעקבות שיפורי תשתית דומים שנבחנו במחקרים אחרים בארץ ובחול

Table 4.5. Estimates of accident changes, following infrastructure improvements on road sections, in the current study, and following similar infrastructure improvements examined in other studies in Israel and abroad

א - סוגי שיפורים ללא ממצא במחקר הנוכחי¹

מס'	סוג שיפור בתשתית (#)	במחקר הנוכחי: % שינוי בתאונות עם נפגעים	במחקר הנוכחי: % שינוי בכלל התאונות	מקדמי שינוי בתאונות ע"פ הספרות הבינלאומית (*)
1	הסדרת עקומה, בדרך חד- מסלולית (1)	לא נמצא	לא נמצא	(1) הגדלת רדיוס מקטן מ-200 מ' ל-400-200 : -50 (-45,-55) ; מ-200-400 ל-400-600 : 33 (-20, -36) ; מ-400-600 ל-600-1000 : 23 (-19, -27) ; מ-1000-2000 ל-גדול מ-2000 מ' : 12 (-8,-16). תוספת עקום מעבר : 11 (-1, -19). (2) תלוי במאפייני העקום. דוגמאות חישוב: עקום ברדיוס 100 מ' ואורך 100 מ' ללא עקומי מעבר, מוסדר לעקום ברדיוס 150 באורך 150 מ' עם עקומי מעבר- מצמצם תאונות פי 0.71. הגבהה צדית הקטנה ב 3% מהנדרש בהנחיות מוסדרת על פי הנדרש בהנחיות – מצמצם תאונות פי 0.92
3	התקנת מעקה מפרדה, הסדרת מדרכות, בקטע חד-מסלולי (1)	לא נמצא	לא נמצא	(1) התקנת מעקה מפרדה : 15 (-27, -1) ; (2) התקנת מעקה מפרדה : 0.1, 0.61 ; (3) התקנת מעקה מפרדה : 40- (גבוה). (1) הסדרת מדרכות : 42 (-70, +11).
4	ריבוד ושיפורי גיאומטריים בקטע חד- מסלולי, ליד אזור עסקים (1)	לא נמצא	לא נמצא	(1) ריבוד : 4 (-13, +6) ; (1) שיפור גאומטרי בקטע עירוני + ריבוד : 7 (-12, -1).
6-2	התקנת מעקות - הפרדה קשיחה, בקטע דו-מסלולי (1)	מגמת ירידה, לא מובהק	מגמת ירידה, לא מובהק	(1) התקנת מעקה מפרדה : 15 (-27, -1) ; (2) התקנת מעקה מפרדה : 0.1, 0.61 ; (3) התקנת מעקה מפרדה : 40- (גבוה).
10-1	טיפול משולב: שילוט, עבודות מיסעה, שוליים, בקטע חד- מסלולי (1)	מגמת ירידה, לא מובהק	מגמת ירידה, לא מובהק	(1) ריבוד שוליים : 37 (-48, -24) ; (3) הסדרת שילוט הכוונה : 15- (נמוך).
10-2	טיפול משולב: שילוט, עבודות מיסעה, שוליים, בקטע דו-מסלולי (1)	מגמת ירידה, לא מובהק	+41% מובהק	(1) ריבוד שוליים : 37 (-48, -24) ; (3) הסדרת שילוט הכוונה : 15- (נמוך).
13	שיפורי תמרור, בקטע דרך חד- מסלולית (1)	מגמת עליה, לא מובהק	מגמת ירידה, לא מובהק	(1) תמרור 15- (-25, -3).

¹ עבור סוגי שיפור אלה לא היו מקדמי שינוי בתאונות, ע"פ המחקרים הקודמים בארץ # בסוגריים - מספר אתרי טיפול, במחקר הנוכחי * המקורות הבינלאומיים:

- (1) Elvik et al (2009) - מציג % שינוי בתאונות, לרבות גבול תחתון וגבול עליון, ברמת מובהקות 0.05.
 (2) HSM (2010) - מציג מקדם שינוי בתאונות, אומדן ממוצע ו סטיית תקן.
 (3) Austroads (2010, 2012) - מציג % ירידה בתאונות ורמת ביטחון לערך זה (נמוך, בינוני, גבוה).

טבלה 4.5. אומדני שינוי בתאונות, בעקבות שיפורי תשתית בקטעי דרכים, במחקר הנוכחי, ובעקבות שיפורי תשתית דומים שנבחנו במחקרים אחרים בארץ ובחו"ל (המשך)

Table 4.5. Estimates of accident changes, following infrastructure improvements on road sections, in the current study, and following similar infrastructure improvements examined in other studies in Israel and abroad (cont.)

ב - סוגי שיפורים עם אומדנים כמותיים במחקר הנוכחי

מס' (#)	סוג שיפור בתשתית	במחקר הנוכחי: % שינוי בתאונות עם נפגעים	במחקר הנוכחי: % שינוי בכלל התאונות	% שינוי בתאונות ע"פ המחקרים הקודמים בארץ ¹	מקדמי שינוי בתאונות ע"פ הספרות הבינלאומית (*)
2	הרחבת קטע דרך חד-מסלולי לדו-מסלולי (2)	מובהק -32%	מובהק -31%	(א) -40% מובהק	(1) -51 (-33, -65)
5	בניית הפרדה - הפיכה לדו-מסלולי של קטע דרך חד-מסלולית שחוצה שטח עירוני (2)	ללא שינוי	מובהק -53%	לא נמצא	(1) שיפור גאומטרי בקטע עירוני+ ריבוד: -7 (-12, -1) (3) בניית מפרדה בדרך עירונית: -45 (בינוני).
6-1	התקנת מעקות - הפרדה קשיחה, בקטע חד-מסלולי (4)	מובהק -50%	מובהק -23%	(א) -29% לא מובהק	(1) התקנת מעקה מפרדה: -15 (-27, -1). (2) התקנת מעקה מפרדה: 0.1, 0.61. (3) התקנת מעקה מפרדה: -40 (גבוה).
7-1	טיפול משולב: טיפול במעקות, סימון מיסעה/תמרור, בקטע חד-מסלולי (4)	לא מובהק מגמת עליה, לא מובהק	מובהק -13% גבולית	(א) -14% מובהק	(1) שינוי מעקה מקשיח לפחות קשיח: -32 (-42, -20); סימון מיסעה קו אמצע: -1 (-8, +6). סימון מיסעה שוליים: -3 (-7, +1). תמרור -15 (-25, -3). (2) שינוי מעקה מקשיח לפחות קשיח: 0.1, 0.68. סימון מיסעה קו אמצע: 0.06, 0.99. סימון מיסעה שוליים: 0.04, 0.97. סימון שוליים ואמצע: 0.1, 0.76. (3) סימון מיסעה קו אמצע: -30 (נמוך). סימון מיסעה שוליים: -20 (נמוך).
7-2	טיפול משולב: טיפול במעקות, סימון מיסעה/תמרור, בקטע דו-מסלולי (3)	ללא שינוי	מובהק -14%	(א) +24% מובהק	(1) שינוי מעקה מקשיח לפחות קשיח: -32 (-42, -20). סימון מיסעה קו נתיב באותו כוון: -18 (-51, +36). סימון מיסעה שוליים: -3 (-7, +1). תמרור -15 (-25, -3). (2) שינוי מעקה מקשיח לפחות קשיח: 0.1, 0.68. סימון מיסעה שוליים: 0.04, 0.97. (3) סימון מיסעה שוליים: -20 (נמוך).
8-1	טיפול משולב: ריבוד, סימון מיסעה, טיפול במעקות, בקטע חד-מסלולי (6)	מובהק -16%	מובהק -20%	לא נמצא	(1) ריבוד: -4 (-13, +6). שינוי מעקה מקשיח לפחות קשיח: -32 (-42, -20). סימון מיסעה קו אמצע: -1 (-8, +6). סימון מיסעה שוליים: -3 (-7, +1). (2) שינוי מעקה מקשיח לפחות קשיח: 0.1, 0.68. סימון מיסעה קו אמצע: 0.06, 0.99. סימון מיסעה שוליים: 0.04, 0.97. סימון שוליים ואמצע: 0.1, 0.76. (3) סימון מיסעה קו אמצע: -30 (נמוך). סימון מיסעה שוליים: -20 (נמוך).
8-2	טיפול משולב: ריבוד, סימון מיסעה, טיפול במעקות, בקטע דו-מסלולי (6)	מובהק -23%	ללא שינוי	לא נמצא	(1) ריבוד: -4 (-13, +6). שינוי מעקה מקשיח לפחות קשיח: -32 (-42, -20). סימון מיסעה קו נתיב באותו כוון: -18 (-51, +36). סימון מיסעה שוליים: -3 (-7, +1). (2) שינוי מעקה מקשיח לפחות קשיח: 0.1, 0.68. סימון מיסעה שוליים: 0.04, 0.97.

מס' #	סוג שיפור בתשתית	במחקר הנוכחי: % שינוי בתאונות עם נפגעים	במחקר הנוכחי: % שינוי בכלל התאונות	% שינוי בתאונות ע"פ המחקרים הקודמים בארץ ¹	מקדמי שינוי בתאונות ע"פ הספרות הבינלאומית (*)
					(3) סימון מיסעה שוליים: 20- (נמוך).
9	טיפול משולב: טיפול במעקות, ריבוד, שוליים, בקטע חד-מסלולי (5)	מובהק -12%	מובהק -19%	לא נמצא	(1) ריבוד: 4 (-13, +6). ריבוד שוליים: 37 (-48, -24). שינוי מעקה מקשיח לפחות קשיח: 32 (-42, -20). (2) שינוי מעקה מקשיח לפחות קשיח: 0.1, 0.68.
11	טיפול משולב: ריבוד, התקנת סופגי אנרגיה, טיפול במעקות, בקטע דרך דו-מסלולית (1)	ללא שינוי	מובהק -17%	(א) +8% לא מובהק	(1) ריבוד: 4 (-13, +6). שינוי מעקה מקשיח לפחות קשיח: 32 (-42, -20). התקנת סופגי אנרגיה: 24 (-44, -2). (2) שינוי מעקה מקשיח לפחות קשיח: 0.1, 0.68.
12	טיפול מיסעה, סימון, עיני חתול, בקטע דרך חד-מסלולית (1)	ללא שינוי	מובהק -23%	לא נמצא	(1) סימון מיסעה קו אמצע: 1 (-8, +6). סימון מיסעה שוליים: 3 (-7, +1). (2) שינוי מעקה מקשיח לפחות קשיח: 0.1, 0.68. סימון מיסעה קו אמצע: 0.06, 0.99. סימון מיסעה שוליים: 0.04, 0.97. סימון שוליים ואמצע: 0.1, 0.76. (3) סימון מיסעה קו אמצע: 30- (נמוך). סימון מיסעה שוליים: 20- (נמוך).

¹ מקדמי שינוי בתאונות, ע"פ המחקרים הקודמים בארץ: (א) גיטלמן ואחרים (2009); (ב) TNM (2002). # בסוגריים - מספר אתרי טיפול, במחקר הנוכחי * המקורות הבינלאומיים:

- (1) Elvik et al (2009) - מציג % שינוי בתאונות, לרבות גבול תחתון וגבול עליון, ברמת מובהקות 0.05.
(2) HSM (2010) - מציג מקדם שינוי בתאונות, אומדן ממוצע ו סטיית תקן.
(3) Austroads (2010, 2012) - מציג % ירידה בתאונות ורמת ביטחון לערך זה (נמוך, בינוני, גבוה).

טבלה 4.6. אומדני שינוי בתאונות, בעקבות שיפורי תשתית בצמתים, במחקר הנוכחי, ובעקבות שיפורי תשתית דומים שנבחנו במחקרים אחרים בארץ ובחול

Table 4.6. Estimates of accident changes, following infrastructure improvements at junctions, in the current study, and following similar infrastructure improvements examined in other studies in Israel and abroad

א - סוגי שיפורים ללא ממצא במחקר הנוכחי

מס' (#)	סוג שיפור בתשתית	במחקר הנוכחי: % שינוי בתאונות עם נפגעים ²	במחקר הנוכחי: % שינוי בכלל התאונות ²	% שינוי בתאונות ע"פ המחקרים הקודמים בארץ ¹	מקדמי שינוי בתאונות ע"פ הספרות הבינלאומית (*)
3	הסדרת צומת מרומזר (26)	ללא שינוי	עליה	(ב) הסדרה - שיפורים גאומטריים: -23%	(3) -35% (נמוך)
5	החלפת עדשות בלדים, בצומת מרומזר (11)	מגמת ירידה	מגמת עליה	(א) +1% לא מובהק	--
6	ריבוד בצומת והחלפת עדשות בלדים בצומת מרומזר (3)	מגמת עליה	מגמת עליה	לא נמצא	(1) ריבוד: -4 (-13, +6).
8	טיפול בשוליים והחלפת עדשות בלדים, בצומת מרומזר (2)	ללא שינוי	מגמת עליה	לא נמצא	(1) ריבוד שוליים: -37 (-48, -24).
9	שינוי תוכנית רמזור (2)	מגמת עליה	מגמת עליה	לא נמצא	(1) שינוי מופעי רמזור: -55 (-75, -15) (2) שינוי זמני רמזור: 0.88, 0.09.
10	הסדרת מדרכות ושילוט, בצומת מרומזר (1)	מגמת ירידה	מגמת עליה	לא נמצא	(1) הסדרת מדרכות: -42 (-70, +11), (3) הסדרת שילוט הכוונה: -15 (נמוך).
11	הרחבת צומת לא מרומזר (1)	מגמת ירידה	מגמת ירידה	לא נמצא	--
14	הוספת גדרות הולכי רגל, בצומת מרומזר (1)	מגמת ירידה	מגמת עליה	לא נמצא	(1) מעקות הולכי רגל: -24 (-44, -2) (3) גדרות הולכי רגל: -20 (בינוני).
15	הסדרה ליד מעגל תנועה (1)	מגמת ירידה	מגמת ירידה	לא נמצא	--

¹ מקדמי שינוי בתאונות, ע"פ המחקרים הקודמים בארץ: (א) גיטלמן ואחרים (2009); (ב) TNM (2002).
² לעומת קבוצת ביקורת - כלל הצמתים הלא עירוניים
 # בסוגריים - מספר אתרי טיפול, במחקר הנוכחי
 * המקורות הבינלאומיים:

(1) Elvik et al (2009) - מציג % שינוי בתאונות, לרבות גבול תחתון וגבול עליון, ברמת מובהקות 0.05.
 (2) HSM (2010) - מציג מקדם שינוי בתאונות, אומדן ממוצע ו סטיית תקן.
 (3) Austroads (2010, 2012) - מציג % ירידה בתאונות ורמת ביטחון לערך זה (נמוך, בינוני, גבוה).

טבלה 4.6. אומדני שינוי בתאונות, בעקבות שיפורי תשתית בצמתים, במחקר הנוכחי, ובעקבות שיפורי תשתית דומים שנבחנו במחקרים אחרים בארץ ובחול (המשך)

Table 4.6. Estimates of accident changes, following infrastructure improvements at junctions, in the current study, and following similar infrastructure improvements examined in other studies in Israel and abroad (cont.)

ב - סוגי שיפורים עם אומדנים כמותיים במחקר הנוכחי

מס' (#)	סוג שיפור בתשתית	במחקר הנוכחי: % שינוי בתאונות עם נפגעים ²	במחקר הנוכחי: % שינוי בכלל התאונות ²	% שינוי בתאונות ע"פ המחקרים הקודמים בארץ ¹	מקדמי שינוי בתאונות ע"פ הספרות הבינלאומית (*)
1	מעגל תנועה (9)	-52% מובהק	מגמת ירידה	(א) -44% לא מובהק	(1) -36 (-29, -43) (2) 0.05, 0.56 (3) -70 (גבוה)
2	רמזור צומת (14)	-29% מובהק	עליה	(א) -45% מובהק (ב) -30%	(1) עבור צומת 3 זרועות: -15 (-5, -25) (2) עבור צומת 4 זרועות: -30 (-25, -35) (3) רמזור צומת: 30 - (נמוך). (2) 0.03, 0.56
4	הסדרת תמרורים בצומת (4)	ללא שינוי	-36% מובהק	לא נמצא	(1) -15% (-25, +5)
7	ריבוד וטיפול במעקות, בצומת מרומזר (7)	-20% מובהק גבולית	-19% מובהק	לא נמצא	(1) ריבוד: 4 (-13, +6); שינוי מעקה מקשיח לפחות קשיח: -32 (-42, -20). (2) שינוי מעקה מקשיח לפחות קשיח: 0.1, 0.68
12	טיפול במעקות באזור הצומת, בצמתים מרומזרים (9)	-28% מובהק	-11% מובהק גבולית	לא נמצא	(1) שינוי מעקה מקשיח לפחות קשיח: -32 (-42, -20). (2) שינוי מעקה מקשיח לפחות קשיח: 0.1, 0.68
13	טיפול מיסעה, בצומת מרומזר (2)	-50% מובהק	-25% מובהק גבולית	לא נמצא	--

¹ מקדמי שינוי בתאונות, ע"פ המחקרים הקודמים בארץ: (א) גיטלמן ואחרים (2009); (ב) TNM (2002).

² לעומת קבוצת ביקורת - כלל הצמתים הלא עירוניים

בסוגריים - מספר אתרי טיפול, במחקר הנוכחי

* המקורות הבינלאומיים:

(1) Elvik et al (2009) - מציג % שינוי בתאונות, לרבות גבול תחתון וגבול עליון, ברמת מובהקות 0.05.

(2) HSM (2010) - מציג מקדם שינוי בתאונות, אומדן ממוצע ו סטיית תקן.

(3) Austroads (2010, 2012) - מציג % ירידה בתאונות ורמת ביטחון לערך זה (נמוך, בינוני, גבוה).

טבלה 4.7. אומדני שינוי בתאונות, בעקבות שיפורי תשתית במחלפים, במחקר הנוכחי, ובעקבות שיפורי תשתית דומים שנבחנו במחקרים אחרים בארץ ובחו"ל

Table 4.7. Estimates of accident changes, following infrastructure improvements at interchanges, in the current study, and following similar infrastructure improvements examined in other studies in Israel and abroad

מס' סוג שיפור בתשתית (#)	במחקר הנוכחי: % שינוי בתאונות עם נפגעים	במחקר הנוכחי: % שינוי בכלל התאונות	% שינוי בתאונות ע"פ המחקרים הקודמים בארץ ¹	מקדמי שינוי בתאונות ע"פ הספרות הבינלאומית (*)
1 הסדרת צומת במחלף (1)	לא נמצא	לא נמצא	לא נמצא	--
2 הקמת גשר (1)	לא נמצא	לא נמצא	לא נמצא	(1) הפיכת צומת מרומזר 4 זרועות למחלף: -28, (-40, -15). (2) הפיכת צומת מרומזר 4 זרועות למחלף: 0.1, 0.72. (3) בניית הפרדה מפלסית: -50 (נמוך).
3 הקמת מעגלי תנועה במחלף (1)	-72% מובהק	מגמת ירידה	לא נמצא	(1) הפיכת צומת למעגל תנועה: -36 (-43, -29) (2) הפיכת צומת למעגל תנועה: 0.05, 0.56 (3) הפיכת צומת למעגל תנועה: -70 (גבוה).
4 טיפול במעקות (2)	מגמת עליה	-28% מובהק	(1) -5% לא מובהק	(1) שינוי מעקה מקשיח לפחות קשיח: -32 (-42, -20). (2) שינוי מעקה מקשיח לפחות קשיח: 0.1, 0.68.
5 רמזור צומת במחלף (1)	מגמת ירידה	מגמת ירידה	לא נמצא	(1) רמזור צומת עם 3 זרועות: -15 (-25, -5), רמזור צומת עם 4 זרועות: -30 (-35, -25). (2) רמזור צומת: 0.03, 0.56.
6 ריבוד רמפות (4)	-23% מובהק	מגמת עליה	לא נמצא	(1) ריבוד: 4 (-13, +6).

¹ מקדמי שינוי בתאונות, ע"פ המחקרים הקודמים בארץ: (א) גיטלמן ואחרים (2009); (ב) TNM (2002). # בסוגריים - מספר אתרי טיפול, במחקר הנוכחי * המקורות הבינלאומיים:

- (1) Elvik et al (2009) - מציג % שינוי בתאונות, לרבות גבול תחתון וגבול עליון, ברמת מובהקות 0.05.
(2) HSM (2010) - מציג מקדם שינוי בתאונות, אומדן ממוצע ו סטיית תקן.
(3) Austroads (2010, 2012) - מציג % ירידה בתאונות ורמת ביטחון לערך זה (נמוך, בינוני, גבוה).

4.3. הערכת מספרי התאונות שנחסכו בעקבות הטיפולים בתשתית

על סמך בחינה פרטנית שנערכה בסעיף 4.2, טבלה 4.8 מביאה סיכום למקדמי ירידה בתאונות הקשורים לשיפורי תשתית בתנאי הארץ שנבחנו במחקר הנוכחי והמתאימים לשימוש לביצוע הערכות בטיחות.

בעזרת ממצאים אלה (המצביעים על שינוי מובהק בתאונות בעקבות שיפורי התשתית) ניתן לבצע הערכות של מספרי התאונות שנחסכו הודות לטיפולים במוקדי הסיכון בשנים 2007-2009. מטבלה 4.8 ניכר כי, סה"כ, מקדמי ירידה בתאונות התקבלו עבור 19 סוגים של שיפורי תשתית, אשר יושמו ב-86 אתרים, אם כי, עבור 7 סוגי שיפורים שבוצעו ב-15 אתרים לגבי ערך המקדם קיימת הסתייגות, בעיקר, עקב מיעוט האתרים שהיו בהערכה הנוכחית.

טבלה 4.8. ערכים מסכמים של מקדמי ירידה בתאונות - אומדני יעילות בטיחותית של שיפורי תשתית בדרכים הלא עירוניות, שהתקבלו במחקר הנוכחי

Table 4.8. Final estimates of accident reduction factors - estimates of safety efficiency of road infrastructure improvements on rural roads as received in the current study

מס'י	סוג שיפור בתשתית (#)	% שינוי בתאונות עם נפגעים	% שינוי בכלל התאונות ¹
שיפורי תשתית בקטעי דרכים			
2	הרחבת קטע דרך חד-מסלולי לדו-מסלולי (2)	-32%	-31%
5	בניית הפרדה - הפיכה לדו-מסלולי של קטע דרך חד-מסלולית שחוצה שטח עירוני (2)	--	-53%
6-1	התקנת מעקות - הפרדה קשיחה, בקטע חד-מסלולי (4)	-50%	-23%
7-1	טיפול משולב: טיפול במעקות, סימון מיסעה/תמרור, בקטע חד-מסלולי (4)	--	-13%
7-2	טיפול משולב: טיפול במעקות, סימון מיסעה/תמרור, בקטע דו-מסלולי (3)	--	-14%
8-1	טיפול משולב: ריבוד, סימון מיסעה, טיפול במעקות, בקטע חד-מסלולי (6)	-16%	--
8-2	טיפול משולב: ריבוד, סימון מיסעה, טיפול במעקות, בקטע דו-מסלולי (6)	-23%	--
9	טיפול משולב: טיפול במעקות, ריבוד, שוליים, בקטע חד-מסלולי (5)	-12%	-19%
11	טיפול משולב: ריבוד, התקנת סופגי אנרגיה, טיפול במעקות, בקטע דרך דו-מסלולית (1) *	--	-17%
12	טיפול משולב: סימון, עיני חתול, בקטע דרך חד-מסלולית (1) *	--	-23%
שיפורי תשתית בצמתים			
1	מעגל תנועה (9)	-52%	--
2	רימזור צומת (14)	-29%	**
4	הסדרת תמרורים בצומת (4) *	--	-36%
7	ריבוד וטיפול במעקות, בצומת מרומזר (7)	20%-	-19%
12	טיפול במעקות באזור הצומת, בצמתים מרומזרים (9)	-28%	-11%
13	טיפול מיסעה, בצומת מרומזר (2) *	-50%	-25%
שיפורי תשתית במחלפים			
3	הקמת מעגלי תנועה במחלף (1) *	-72%	--
4	טיפול במעקות (2) *	--	-28%
6	ריבוד רמפות (4) *	-23%	--

בסוגריים - מספר אתרי טיפול, במחקר הנוכחי

¹ ת"ד + "כללי עם נפגעים"

* נדרש המשך מעקב עקב מיעוט אתרי הטיפול ששימשו בסיס להערכה, פער מסוים לעומת הערכים בחו"ל או היעדר ערכים בינלאומיים עבור סוג טיפול זה

** מזוהה עם עליה בכלל התאונות, בניגוד לניסיון הבינלאומי

להערכת מספר התאונות אשר נחסך, מדי שנה, בעקבות שיפורי התשתית, שימשה השיטה הבאה. כזכור (ראה פרק 2), הערך (WME - 1) * 100 מבטא באחוזים את האומדן הממוצע של ירידה בשכיחות התאונות המתקשרת עם הטיפול הנבחן (השיפור בתשתית). ערכים מובהקים של מקדמים אלה מרוכזים בטבלה 4.8. נסמן:

$$k = (1 - WME) * 100$$

עבור כל אתר שטופל קיים מידע לגבי:

- X_b - מספר התאונות בתקופה לפני הטיפול באתר הטיפול;
- C_a - מספר התאונות בתקופה אחרי הטיפול בקבוצת הביקורת;
- C_b - מספר התאונות בתקופה לפני הטיפול בקבוצת הביקורת.

אזי הערך:

$$X = X_b * (C_a / C_b)$$

יבטא את מספר התאונות הצפוי באתר הנבחן ללא הטיפול, בעוד שערך:

$$Y = X * k / N$$

יספק אומדן ממוצע למספר התאונות שנחסך, מדי שנה, בעקבות הטיפול, כאשר N - משך תקופת ה"אחרי", בשנים⁵. בנוסף, ניתן לקבל רווח סמך למספר התאונות הנחסך, תוך כדי שימוש בגבולות רווח הסמך של מקדם ירידה בתאונות (k).

בעזרת שיטה זו, לכל אתר טיפול אשר קשור לשיפור בתשתית שעבורו, במחקר הנוכחי, התקבל ערך מובהק של מקדם ירידה בתאונות, חושב האומדן הממוצע של מספר התאונות שנחסך, מדי שנה, בעקבות הטיפול. ממצאי הערכה זו מוצגים בנספח ב', כאשר טבלה 4.9 מציגה את סיכום הממצאים. עבור יתר אתרי הטיפול, עם סוגי השיפורים בתשתית שלא התקשרו עם ירידה מובהקת בתאונות, לא בוצעו הערכות החיסכון בתאונות עקב חוסר ודאות לגבי יעילות טיפולים אלה ומכאן, היעדר בסיס מוצק לטענה על החיסכון שהושג בתאונות.

את מספר התאונות הנחסך, מדי שנה, ניתן להפוך לערך כלכלי, באמצעות הכפלתו בעלות תאונה ממוצעת. לפי דו"ח הרשות (2011), עלות תאונה ממוצעת בדרך לא עירונית הייתה 182 אלף ש"ח (בשנת 2010, במחירי ינואר 2009). לפי המקור, אומדן עלות זה מתחשב בכל התאונות עם נפגעים, לרבות ת"ד ו-"כללי עם נפגעים". לכן, בהערכה הנוכחית, הוא שימש לקבלת האומדן הכלכלי של התאונות הנחסכות עבור הן התאונות עם נפגעים והן כלל התאונות (ראה טבלה 4.9).

מטבלה 4.9 ניתן ללמוד כי:

- בעקבות השיפורים בקטעי דרכים, מדי שנה, נחסכו 153 תאונות עם נפגעים ו-427 כלל התאונות, כאשר ערכן הכלכלי מגיע, בהתאמה, לכ-28 ו-78 מיליון ש"ח, בשנה.

- בעקבות השיפורים בצמתים, מדי שנה, נחסכו 54 תאונות עם נפגעים ו-89 כלל התאונות, כאשר ערכן הכלכלי מגיע, בהתאמה, לכ-10 ו-16 מיליון ש"ח, בשנה.

- בעקבות השיפורים במחלפים, מדי שנה, נחסכו 17 תאונות עם נפגעים ועוד 15 כלל התאונות, כאשר ערכן הכלכלי של כל חיסכון מגיע לכ-3 מיליון ש"ח, בשנה.

בסכימה הישירה של אומדני החיסכון בתאונות על פני כל האתרים (בטבלה 4.9) ניתן לראות כי תוכנית הטיפול באתרי תורפה התקשרה עם חיסכון שנתי של **224 תאונות עם נפגעים ו-531 כלל התאונות**, כאשר ערכן הכלכלי של תאונות אלה מגיע ל-**41 ו-97 מיליון ש"ח, מדי שנה**. כאמור, אומדני חיסכון אלה מתבססים על שיפורי התשתית שהביאו לירידה מובהקת בתאונות, לעומת

⁵ בהערכה הנוכחית, תקופות ה"לפני" וה"אחרי" היו זהות עבור אתרי הטיפול והביקורת. כאשר תנאי זה לא מתקיים, נדרש תיקון בנוסחה.

קבוצות הביקורת, והם לא כוללים שינויים בתאונות ביתר האתרים שעבורם לא קיימת ודאות לגבי אפקט הטיפול. כמו כן, האומדנים הנ"ל הם ממוצעים. בנוסף, יש לשים לב ששני האומדנים: החיסכון בתאונות עם נפגעים ובכלל התאונות, אינם משלימים אחד את השני כי הם נובעים מהערכות של סוגי שיפורים שונים באתרים שונים. אומדנים אלה מובאים להמחשה בלבד של החיסכון המושג בתאונות בעקבות שיפורי התשתית שנבחנו במחקר הנוכחי.

לגבי מספר מוקדי הסיכון אשר תרמו לחיסכון בתאונות שצוין לעיל ניתן לסכם כלהלן:

* במחקר זה, בחינת השינויים בתאונות בעקבות השיפורים בתשתית נערכה עבור 34 סוגים של שיפורי תשתית אשר בוצעו ב-148 אתרים (מוקדי סיכון), לרבות:
13 סוגים של שיפורי תשתית בקטעי דרכים שנערכו ב-41 אתרים;
15 סוגים של שיפורי תשתית בצמתים שנערכו ב-97 אתרים;
6 סוגים של שיפורי תשתית במחלפים שנערכו ב-10 אתרים.

* בעקבות הערכות שבוצעו, ערכים מובהקים של מקדמי ירידה בתאונות בעקבות הטיפול התקבלו עבור 19 סוגים של שיפורי תשתית אשר בוצעה ב-86 אתרים, לרבות 34 קטעי דרכים, 45 צמתים, 7 מחלפים. מספרי התאונות שנחסכו באתרים אלה שימשו להערכת החיסכון השנתי בתאונות בעקבות שיפורי התשתית במוקדי הסיכון, לרבות אמידת הערך הכלכלי של התאונות הנחסכות. (יש לציין כי המספר המעשי של האתרים שהשתתפו בהערכת אומדני החיסכון בתאונות, לפי סוג תאונה, היה נמוך יותר, דהיינו 69 אתרים שימשו להערכת החיסכון בתאונות עם נפגעים ו-46 אתרים שימשו להערכת החיסכון בכלל התאונות - ראה פירוט בטבלה 4.9).

בהתבסס על אומדן מספר התאונות שנחסך מדי שנה ניתן לבצע הערכה של מספרי הנפגעים, ברמות חומרה שונות, שנחסכו מדי שנה. לצורכי הערכה זו, חושבו מספרים ממוצעים של נפגעים, ברמות חומרה שונות, אשר נצפו בתאונה ממוצעת, בקטע דרך לא עירונית ובצומת לא עירוני. על סמך נתוני התאונות של הלמ"ס בשנים 2010-2012, המספר הממוצע של נפגעים לתאונה אחת היה כלהלן: בתאונה בקטע דרך לא עירונית - 0.06 הרוגים, 0.19 נפגעים קשה, 2.42 נפגעים קל; בתאונה בצומת לא עירוני - 0.03 הרוגים, 0.09 נפגעים קשה, 2.59 נפגעים קל. בעזרת אומדנים אלה ועל סמך מספרי התאונות שנחסכו מדי שנה בעקבות הטיפולים במוקדי הסיכון (ראה טבלה 4.9), מספרי הנפגעים שנחסכו מדי שנה יהיו כלהלן:

- בעקבות השיפורים בקטעי דרכים, מדי שנה, נחסכו 10 הרוגים, 29 נפגעים קשה, 371 נפגעים קל;

- בעקבות השיפורים בצמתים, מדי שנה, נחסכו 1.4 הרוגים, 5 נפגעים קשה, 140 נפגעים קל;

- בעקבות השיפורים במחלפים, מדי שנה, נחסכו 0.4 הרוגים, 2 נפגעים קשה, 44 נפגעים קל.

מכאן, תוכנית הטיפול באתרי תורפה התקשרה עם חיסכון שנתי של **11 הרוגים, 36 נפגעים קשה, 555 נפגעים קל**, או סה"כ 602 נפגעים בתאונות.

טבלה 4.9. מספרי התאונות שנחסכו, מדי שנה, בעקבות שיפורי תשתית בדרכים הלא עירוניות שנבחנו במחקר הנוכחי ואשר מזוהים עם מקדמי ירידה בתאונות

Table 4.9. Numbers of accidents annually saved following the infrastructure improvements that were examined in the current study and are associated with accident reduction factors

מס' #	סוג שיפור בתשתית (#)	תאונות עם נפגעים	כלל התאונות : ת"ד + כללי עם נפגעים
שיפורי תשתית בקטעי דרכים			
2	הרחבת קטע דרך חד-מסלולי לדו-מסלולי (2)	18.23	59.39
5	בניית הפרדה - הפיכה לדו-מסלולי של קטע דרך חד-מסלולית שחוצה שטח עירוני (2)	--	26.04
6-1	התקנת מעקות - הפרדה קשיחה, בקטע חד-מסלולי (4)	11.90	14.08
7-1	טיפול משולב : טיפול במעקות, סימון מיסעה/תמרור, בקטע חד-מסלולי (4)	--	17.80
7-2	טיפול משולב : טיפול במעקות, סימון מיסעה/תמרור, בקטע דו-מסלולי (3)	--	59.37
8-1	טיפול משולב : ריבוד, סימון מיסעה, טיפול במעקות, בקטע חד-מסלולי (6)	15.75	--
8-2	טיפול משולב : ריבוד, סימון מיסעה, טיפול במעקות, בקטע דו-מסלולי (6)	88.49	--
9	טיפול משולב : טיפול במעקות, ריבוד, שוליים, בקטע חד-מסלולי (5)	18.92	127.94
11	טיפול משולב : ריבוד, התקנת סופגי אנרגיה, טיפול במעקות, בקטע דרך דו-מסלולית (1)	--	104.12
12	טיפול מיסעה, סימון, עיני חתול, בקטע דרך חד-מסלולית (1)	--	17.97
	סה"כ בקטעי דרכים (34 אתרים)	153	427
	ערך כלכלי של התאונות הנחסכות, ₪	27,898,017	77,659,993
שיפורי תשתית בצמתים			
1	מעגל תנועה (9)	10.25	--
2	רימזור צומת (14)	10.46	--
4	הסדרת תמרורים בצומת (4)	--	14.46
7	ריבוד וטיפול במעקות, בצומת מרומזר (7)	8.86	40.50
12	טיפול במעקות באזור הצומת, בצמתים מרומזרים (9)	15.33	25.44
13	טיפולי מיסעה, בצומת מרומזר (2)	8.84	8.72
	סה"כ בצמתים (45 אתרים)	54	89
	ערך כלכלי של התאונות הנחסכות, ₪	9,779,507	16,220,707
שיפורי תשתית במחלפים			
3	הקמת מעגלי תנועה במחלף (1)	2.63	--
4	טיפול במעקות (2)	--	14.98
6	ריבוד רמפות (4)	14.27	--
	סה"כ במחלפים (7 אתרים)	17	15
	ערך כלכלי של התאונות הנחסכות, ₪	3,074,673	2,725,516
	סה"כ כולל (ב-86 אתרים) : מספר תאונות נחסכות, בשנה	224	531
	ערך כלכלי של התאונות הנחסכות, ₪	40,752,198	96,606,216

בסוגריים - מספר אתרי טיפול, במחקר הנוכחי

5. מסקנות המחקר

א. כללי - מהלך המחקר

במחקר זה נבחנה יעילות ותרומה בטיחותית של פרויקט מוקדי סיכון - שיפורים בטיחותיים בתשתית שבוצעו בדרכים הלא עירוניות בשנים 2007-2009. על סמך מקורות המידע שהתקבלו מהמזמין הוקם בסיס הנתונים של המחקר בו הצטבר מידע על כ-150 צמתים/מחלפים ועל כ-50 קטעי דרך שטופלו בין השנים 2007-2009.

על המידע שהצטבר בבסיס הנתונים של המחקר בוצעו בדיקות, השלמות וסיווגים של האתרים והטיפוליים בתשתית על מנת לקבוע סוגים של שיפורי תשתית הניתנים להערכה בטיחותית. בין היתר, לביצוע הערכות יעילות קיים צורך בקביעת קבוצות של אתרים שעברו טיפולי תשתית דומים. בעקבות טיוב, השלמות המידע והסיווגים, בחינת השינויים בתאונות בעקבות השיפורים בתשתית התייחסה ל-34 סוגים של שיפורי תשתית שבוצעו ב-148 אתרים וביניהם:

- 13 סוגים של שיפורי תשתית בקטעי דרכים שנערכו ב-41 אתרים;
- 15 סוגים של שיפורי תשתית בצמתים שנערכו ב-97 אתרים;
- 6 סוגים של שיפורי תשתית במחלפים שנערכו ב-10 אתרים.

לכל סוג טיפול (שיפור בתשתית) התקבל אחוז שינוי בתאונות באתרי הטיפול בתקופת "אחרי" לעומת "לפני" הטיפול, בניכוי השינויים בקבוצת ביקורת. השינויים בתאונות שנצפו באתרים השונים שעברו טיפול דומה שוקללו לערך מסכם - מדד האפקטיביות, לפי סוג הטיפול, כאשר לערך הממוצע של המדד חושבו גם גבולות רווח הסמך (ברמת מובהקות 0.05). השינויים בתאונות נבחנו עבור סך התאונות עם נפגעים, התאונות החמורות וכלל התאונות (ת"ד + "כללי עם נפגעים") וכן, לסוגים נוספים של תאונות המטרה בהתאם למהות השינוי בתשתית. כאשר מדד האפקטיביות היה מובהק והצביע על ירידה בתאונות, הוא מוכר כמקדם ירידה בתאונות הקשור לסוג טיפול מסוים.

בנוסף, ממצאי מחקר זה נבחנו לעומת מקדמי ירידה בתאונות בעקבות שיפורי תשתית דומים שנבחנו בעבר בארץ ו/או הוערכו בניסיון הבינלאומי. בעקבות כל הניתוחים, במחקר זה, מקדמי ירידה בתאונות (המצביעים על שינוי מובהק בתאונות בעקבות שיפורי התשתית) התקבלו עבור סה"כ 19 סוגים של שיפורי תשתית, מתוכם 10 בקטעי דרכים, 6 בצמתים ו-3 במחלפים.

ב. מקדמי ירידה בתאונות בעקבות שיפורי תשתית שהתקבלו במחקר זה

בהתחשב בשיקולי מובהקות הערכים שהתקבלו במחקר הנוכחי, עקביות הערכים והתאמתם לניסיון הבינלאומי, טבלה 4.8 לעיל מציגה ערכים מסכמים למקדמי ירידה בתאונות - אומדני יעילות בטיחותית של שיפורי תשתית בדרכים הלא עירוניות - שמומלצים לשימוש. ערכים אלה מתייחסים לסך התאונות עם נפגעים וכלל התאונות (ת"ד + "כללי עם נפגעים"). על סמך ממצאי המחקר, לא ניתן להמליץ על ערכים נפרדים של מקדמי ירידה בתאונות החמורות או בסוגים נבחרים של תאונות.

אומדני יעילות בטיחותית של שיפורי תשתית בדרכים הלא עירוניות התקבלו, במחקר הנוכחי, עבור סוגי שיפורים אלה:

(א) בקטעי דרכים - עבור

- הרחבת קטע דרך חד-מסלולי לדו-מסלולי;
- בניית הפרדה - הפיכה לדו- מסלולי של קטע דרך חד-מסלולית שחוצה שטח עירוני;
- התקנת מעקות - הפרדה קשיחה, בקטע חד-מסלולי;
- טיפול משולב: טיפול במעקות, סימון מיסעה/ תמרור, בקטע חד-מסלולי;
- טיפול משולב: טיפול במעקות, סימון מיסעה/ תמרור, בקטע דו-מסלולי;
- טיפול משולב: ריבוד, סימון מיסעה, טיפול במעקות, בקטע חד-מסלולי;
- טיפול משולב: ריבוד, סימון מיסעה, טיפול במעקות, בקטע דו-מסלולי;
- טיפול משולב: טיפול במעקות, ריבוד, שוליים, בקטע חד-מסלולי;
- טיפול משולב: ריבוד, התקנת סופגי אנרגיה, טיפול במעקות, בקטע דרך דו-מסלולית;
- טיפולי מיסעה, סימון, עיני חתול, בקטע דרך חד-מסלולית.

יש להיזהר עם שימוש במקדמי ירידה בתאונות עבור שני סוגי הטיפולים האחרונים כי הם התבססו על אתר טיפול אחד בלבד.

(ב) בצמתים - עבור

- מעגל תנועה;
- רימזור צומת;
- הסדרת תמרורים בצומת;
- ריבוד וטיפול במעקות, בצומת מרומזר;
- טיפול במעקות באזור הצומת, בצמתים מרומזרים;
- טיפולי מיסעה, בצומת מרומזר.

עם זאת, יש להיזהר עם שימוש במקדם ירידה בתאונות עבור סוג טיפול "הסדרת תמרורים בצומת", כי בתנאי הארץ התקבל ערך גבוה למדי של מקדם זה, לעומת הניסיון הבינלאומי. כמו כן, יש להיזהר עם שימוש במקדמי ירידה בתאונות עבור "טיפול מיסעה בצומת מרומזר" עקב היעדר בסיס להשוואה עם הניסיון הבינלאומי וגם בשל העובדה שהממצאים התבססו על שיפורי תשתית בשני אתרי טיפול, בלבד.

(ג) במחלפים - עבור

- הקמת מעגלי תנועה במחלף;
- טיפול במעקות;
- ריבוד רמפות.

עם זאת, מומלץ להיזהר עם שימוש במקדמי ירידה בתאונות עבור סוגי טיפולים אלה כי הם מתבססים על מספר קטן של אתרי טיפול.

ג. ערכים חסרים של מקדמי ירידה בתאונות בעקבות שיפורי תשתית

עבור 7 סוגים של שיפורי תשתית בקטעי דרכים במחקר הנוכחי לא נתקבלו ערכים מובהקים של מקדמי ירידה בתאונות, בעיקר, מכיוון ששיפורים אלה בוצעו באתרים בודדים. בהתחשב בפוטנציאל החיובי של שיפורי תשתית אלה - תרומתם לירידה בתאונות, אשר נלמד מהניסיון

הבינלאומי, יש מקום להמשך מעקב אחרי השפעת סוגי שיפורים אלה על תאונות דרכים, בתנאי הארץ. שיפורי תשתית אלה הם :

- הסדרת עקומה, בדרך חד-מסלולית ;
- התקנת מעקה מפרדה, הסדרת מדרכות, בקטע חד-מסלולי ;
- ריבוד ושיפורים גיאומטריים בקטע חד-מסלולי, ליד אזור עסקים ;
- התקנת מעקות - הפרדה קשיחה, בקטע דו-מסלולי ;
- טיפול משולב : שילוט, עבודות מיסעה, שוליים, בקטע חד-מסלולי ;
- טיפול משולב : שילוט, עבודות מיסעה, שוליים, בקטע דו-מסלולי ;
- שיפורי תמרור, בקטע דרך חד-מסלולית.

כמו כן, מקדמי ירידה בתאונות לא נתקבלו עבור 9 סוגים של שיפורי תשתית בצמתים, לרוב, בשל מיעוט האתרים שבהם יושמו שיפורים אלה. סוגי שיפורים אלה הם :

- הסדרת צומת מרומזר ;
- החלפת עדשות בלדים, בצומת מרומזר ;
- ריבוד בצומת והחלפת עדשות בלדים בצומת מרומזר ;
- טיפול בשוליים והחלפת עדשות בלדים, בצומת מרומזר ;
- שינוי תוכנית רמזור ;
- הסדרת מדרכות ושילוט, בצומת מרומזר ;
- הרחבת צומת לא מרומזר ;
- הוספת גדרות הולכי רגל, בצומת מרומזר ;
- הסדרה ליד מעגל תנועה.

לסוגי שיפורים אלה, עד כה, לא ניתן לייחס השפעה חיובית על בטיחות ונדרש המשך מעקב. עבור "החלפת עדשות בלדים", באופן עקבי, לא נמצאה השפעה על תאונות ולכן, יש מקום להסיר טיפול זה מרשימת שיפורים בטיחותיים בתשתית.

בנוסף, עבור 3 סוגים של שיפורי תשתית במחלפים שנבחנו במחקר הנוכחי לא נתקבלו ערכים מובהקים של מקדמי ירידה בתאונות בשל מיעוט האתרים. סוגי שיפורים אלה הם : הסדרת צומת במחלף ; הקמת גשר ; רמזור צומת במחלף. לקבלת מקדמי ירידה בתאונות אשר קשורים לשיפורים אלה, יש להמשיך במעקב אחרי השינויים בתאונות בעקבות שיפורי התשתית.

ד. הערכת החיסכון בתאונות בעקבות שיפורי התשתית במוקדי סיכון

לכל אתר טיפול אשר קשור לשיפור בתשתית שעבורו התקבל ערך מובהק של מקדם ירידה בתאונות, חושב אומדן ממוצע של מספר התאונות שנחסך, מדי שנה, בעקבות הטיפול. הערכה זו בוצעה עבור 86 אתרים שבהם יושמו 19 סוגים של שיפורי תשתית. כמו כן, למספר התאונות הנחסך, מדי שנה, חושב ערך כלכלי, באמצעות הכפלתו בעלות תאונה ממוצעת.

נמצא כי בעקבות השיפורים בתשתית במוקדי הסיכון שבוצעו בשנים 2007-2009 :

- בקטעי דרכים, מדי שנה, נחסכו 153 תאונות עם נפגעים ו-427 כלל התאונות (ת"ד + כללי עם נפגעים), כאשר ערכן הכלכלי מגיע, בהתאמה, לכ-28 ו-78 מיליון ₪, בשנה.

- בצמתים, מדי שנה, נחסכו 54 תאונות עם נפגעים ו-89 כלל התאונות, כאשר ערכן הכלכלי מגיע, בהתאמה, לכ-10 ו-16 מיליון ₪, בשנה.

- במחלפים, מדי שנה, נחסכו 17 תאונות עם נפגעים ועוד 15 כלל התאונות, כאשר ערכן הכלכלי של כל חיסכון מגיע לכ-3 מיליון ₪, בשנה.

סה"כ, תוכנית הטיפול במוקדי הסיכון התקשרה עם חיסכון שנתי של 224 תאונות עם נפגעים ו-531 כלל התאונות, כאשר ערכן הכלכלי של תאונות אלה מגיע ל-41 ו-97 מיליון ₪, מדי שנה. כמו כן, בתאונות עם נפגעים, נחסכו, מדי שנה, 11 הרוגים, 36 נפגעים קשה, 555 נפגעים קל, או סה"כ 602 נפגעים בתאונות.

יודגש כי אומדני החיסכון הנ"ל מתבססים על שיפורי התשתית שהביאו לירידה מובהקת בתאונות, לעומת קבוצות הביקורת, והם לא כוללים שינויים בתאונות ביתר האתרים שעבורם לא קיימת ודאות לגבי אפקט הטיפול. האומדנים הנ"ל הם ממוצעים. בנוסף, יש לשים לב ששני האומדנים: החיסכון בתאונות עם נפגעים ובכלל התאונות, אינם משלימים אחד את השני כי הם נובעים מהערכות של סוגי שיפורים שונים באתרים שונים. אומדנים אלה מובאים להמחשה בלבד של החיסכון המושג בתאונות בעקבות שיפורי התשתית שנבחנו במחקר הנוכחי.

ה. שימוש בממצאי המחקר ופעילות המשך

טבלה 4.8 מציעה עדכון לרשימת מקדמי הפחתה בתאונות שמתקשרים עם שיפורי תשתית שונים בדרכים הלא עירוניות בתנאי הארץ. מומלץ כי ערכים אלה יהוו השלמה לבסיס הידע של המערכת לניהול בטיחות (מני"ב) של חברת נתיבי ישראל. כמו כן, ערכים אלה מומלצים לשימוש בעת בחירת טיפולים - שיפורי תשתית, בעבור מקומות תורפה בדרכים הלא עירוניות.

ממצאי המחקר ממחישים את החיסכון המושג בתאונות בעקבות שיפורי התשתית שבוצעו במסגרת פרויקט מוקדי הסיכון בשנים 2007-2009. אם זאת, לא לכל סוגי השיפורים התקבלו הוכחות יעילות בטיחותית.

כדי להמשיך ולעדכן את בסיס הידע של מערכת המני"ב וכמו כן, לשפר את רמת הידע בנושא יעילות בטיחותית של שיפורי תשתית בתנאי הארץ, קיים צורך במנגנון מעקב שיטתי אחרי השיפורים המבוצעים בשטח. מומלץ לנהל מאגר מידע מבוסס דיווחים סדירים בו יצטברו הנתונים על מיקום, זמן ומהות של שיפורי תשתית שונים שמבוצעים בשטח, במסגרת פרויקטי אחזקה ופרויקטי פיתוח של החברה.

הערכות יעילות בטיחותית של שיפורי תשתית שונים שבוצעו בשטח, לרבות ניתוח השינויים בתאונות במוקדי סיכון שטופלו ע"י החברה, יש לבצע בהתאם לכללים המקובלים בהערכות מסוג זה. במסגרת ההערכה, מומלץ להתחשב בשינויים במגמה הכללית, תופעת הרגרסיה לממוצע וגורמים משפיעים אחרים, כאשר הממצאים צריכים להתקבל ברמת מובהקות ידועה.

מראי מקום

1. גיטלמן ו., דובא א., הקרט ש. (2008). פיתוח מערכת לניהול הבטיחות בדרכים. המכון לחקר התחבורה, עבור מעצ - החברה הלאומית לדרכים.
2. גיטלמן ו., הקרט ש., פיסחוב פ. (2009). הערכת יעילות בטיחותית של שיפורי תשתית שיושמו בדרכים הלא עירוניות. דו"ח מחקר 320/2009, המכון לחקר התחבורה, עבור מעצ - החברה הלאומית לדרכים.
3. נוהל פר"ת (2006). נוהל לבדיקת כדאיות כלכלית של פרויקטים תחבורתיים, משרד התחבורה ומשרד האוצר. חלק 2, פרק 6 "בטיחות".
4. רשות (2011). מגמות בבטיחות בדרכים בישראל 2001-2010, הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים.
5. TNM (2002). פיתוח שיטה, הנחיות וכלים ממוחשבים ל"מחקרי אפקטיביות" של שיפורים בטיחותיים בתשתית. מאת הקרט ש., בונגיק ח., גיטלמן ו., בן יעקב י., רפיח ר., כהן א., דובא א. חברת טי.א.אם., במשרד התחבורה.
6. Austroads (2010). Road Safety Engineering Risk Assessment Part 6: Crash Reduction Factors. Austroads Ltd, 2010.
7. Austroads (2012). Effectiveness of Road Safety Engineering Treatments. Austroads Publication No. AP-R422-12.
8. Bonneson J. A. and Pratt M. P. (2009). Roadway Safety Design Workbook. Report No. FHWA/TX-09/0-4703-P2.
9. Elvik R., Høy, A., Vaa T. & Sørensen, M. (2009). The Handbook of Road Safety Measures. 2nd edition, Emerald Group Publishing Ltd.
10. NCHRP 617 (2008). Accident modification factors for traffic engineering and ITS improvements. National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) Report 617, Transportation Research Board, Washington, DC.
11. PIARC (2003). Road Safety Manual. Recommendations from the World Road Association (PIARC).
12. HSM (2010). Highway Safety Manual. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), Washington, D. C

נספח א': בחינת שינויים בתאונות בעקבות שיפורי תשתית בצמתים,

לעומת קבוצת ביקורת נוספת - כלל הצמתים הלא עירוניים

בנספח זה מובאים ממצאים מבחינת השינויים בתאונות בעקבות שיפורי תשתית בצמתים, לעומת קבוצת ביקורת נוספת - כלל הצמתים הלא עירוניים. סה"כ נבחנו 15 סוגים של שיפורי תשתית בצמתים. להלן פירוט הממצאים לפי סוגי השיפורים.

(1) הקמת מעגל תנועה

טיפול זה בוצע ב-9 צמתים לא מרומזרים.

טבלה א-1. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 1 בצמתים - הקמת מעגל תנועה בצומת לא מרומזר

משמעות התוצאה	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	סוג תאונות
ירידה	-52% [-71% ; -21%]	סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)
אין ממצא, מיעוט נתונים	+27% [-68% ; +406%]	תאונות חמורות
מגמת ירידה	-17% [-42% ; +18%]	כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"

ניתן לראות כי השינויים בתאונות בעקבות טיפול זה הצביעו על ירידה בסך התאונות עם נפגעים ועל מגמת ירידה בכלל התאונות (ת"ד + כללי עם נפגעים), כאשר עבור התאונות החמורות אין ממצא עקב מיעוט נתוני התאונות באתרי הטיפול.

(2) רימזור צומת

טיפול זה בוצע ב-14 צמתים לא מרומזרים.

טבלה א-2. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 2 בצמתים - רימזור צומת

משמעות התוצאה	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	סוג תאונות
ירידה	-29% [-49% ; -2%]	סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)
מגמת ירידה	-16% [-73% ; +164%]	תאונות חמורות
עליה	+46% [+17% ; +81%]	כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"

ניתן לראות כי השינויים בתאונות בעקבות טיפול זה הצביעו על ירידה בסך התאונות עם נפגעים ומגמת ירידה בתאונות החמורות, כאשר בכלל התאונות (ת"ד + כללי עם נפגעים) נמצאה עליה. הממצא לגבי סך התאונות עם נפגעים דומה לממצאי הספרות ולממצאים הקודמים בישראל לגבי השפעת רימזור צומת על תאונות.

(3) הסדרת צומת

טיפול זה בוצע ב-26 צמתים מרומזרים וב-4 צמתים לא מרומזרים.

טבלה א-3. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 3 בצמתים - הסדרת צומת

(א) בצמתים המרומזרים (26 צמתים)

משמעות התוצאה	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	סוג תאונות
ללא שינוי	-3% [-18% ; +14%]	סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)
ללא שינוי	+3% [-40% ; +77%]	תאונות חמורות
עליה	+13% [+2% ; +25%]	כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"

(ב) בצמתים הלא מרומזרים (4 צמתים)

משמעות התוצאה	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	סוג תאונות
איך ממצא (רווח סמך גדול)	+79% [-7% ; +243%]	סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)
איך ממצא (מיעוט נתונים)	-79% [-99% ; +543%]	תאונות חמורות
עליה	+60% [+2% ; +151%]	כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"

ניתן לראות כי השינויים בתאונות בעקבות הסדרת צמתים מרומזרים הצביעו על אי-שינוי בסך התאונות עם נפגעים ובתאונות החמורות, כאשר בכלל התאונות (ת"ד + כללי עם נפגעים) נמצאה עליה.

בעקבות הסדרת צמתים לא מרומזרים, לא נתקבלו אומדני שינוי בתאונות עבור סך התאונות עם נפגעים והתאונות החמורות (עקב רווחי סמך גדולים אשר לא מאפשרים לייחס משמעות מעשית לתוצאה), כאשר עבור כלל התאונות נמצאה עליה. יצוין כי עליה בתאונות בעקבות הסדרת הצמתים הלא מרומזרים הייתה, בעיקר, בשני צמתים: צומת שזור בכביש 85, צומת עין זיתים בכביש 89.

(4) הסדרת תמרורים בצומת

טיפול זה בוצע ב-4 צמתים, רובם מרומזרים.

טבלה א-4. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 4 בצמתים - תימרור צומת

משמעות התוצאה	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	סוג תאונות
ללא שינוי	-5% [-49% ; +76%]	סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)
איך ממצא (מעוט נתונים)	+88% [-76% ; +1386%]	תאונות חמורות
ירידה	-36% [-52% ; -16%]	כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"

ניתן לראות כי בעקבות תימרור צומת לא היה שינוי בסך התאונות עם נפגעים, כאשר בכלל התאונות נצפתה ירידה. עבור התאונות החמורות לא נתקבל אומדן שינוי בתאונות (עקב מיעוט הנתונים).

(5) החלפת עדשות בלדים

טיפול זה בוצע ב-11 צמתים מרומזרים.

טבלה א-5. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 5 בצמתים - החלפת עדשות בלדים (11 צמתים)

משמעות התוצאה	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	סוג תאונות
מגמת ירידה	-19% [-40% ; +10%]	סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)
איך ממצא (מעוט נתונים)	-22% [-86% ; +321%]	תאונות חמורות
מגמת עליה	+9% [-14% ; +39%]	כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"

ניתן לראות כי בעקבות החלפת עדשות בלדים בצומת מרומזר נצפתה מגמת ירידה בסך התאונות עם נפגעים ומגמת עליה בכלל התאונות, כאשר עבור התאונות החמורות לא נתקבל אומדן (עקב מיעוט הנתונים).

(6) ריבוד בצומת, והחלפת עדשות בלדים

טיפול זה בוצע ב-3 צמתים מרומזרים.

טבלה א-6. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 6 בצמתים - ריבוד צומת והחלפת עדשות בלדים

משמעות התוצאה	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	סוג תאונות
מגמת עליה	+8% [-32% ; +72%]	סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)
אין ממצא (מעוט נתונים)	+17% [-86% ; +868%]	תאונות חמורות
מגמת עליה	+7% [-22% ; +46%]	כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"

בעקבות ריבוד צומת והחלפת עדשות בלדים בצומת מרומזר נצפתה מגמת עליה בסך התאונות עם נפגעים ובכלל התאונות, כאשר עבור התאונות החמורות לא נתקבל אומדן (עקב מיעוט הנתונים).

(7) ריבוד, טיפול במעקות בצומת

טיפול זה בוצע ב-7 צמתים מרומזרים.

טבלה א-7. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 7 בצמתים - ריבוד צומת, טיפול במעקות בטיחות

משמעות התוצאה	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	סוג תאונות
ירידה*	-20% [-38% ; +2%]	סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)
מגמת ירידה	-22% [-66% ; +77%]	תאונות חמורות
ירידה	-19% [-28% ; -9%]	כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"

* מובהקת ב-ר.מ. 0.1

ניתן לראות כי בעקבות ריבוד וטיפול במעקות בטיחות בצומת מרומזר נמצאה ירידה בסך התאונות עם נפגעים (מובהקת ברמת מובהקות 0.1) ובכלל התאונות, כאשר בתאונות החמורות הייתה מגמת ירידה.

(8) טיפול בשוליים והחלפת עדשות בלדים

טיפול זה בוצע ב-2 צמתים מרומזרים.

טבלה א-8. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 8 בצמתים - טיפול בשוליים והחלפת עדשות בלדים

משמעות התוצאה	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	סוג תאונות
ללא שינוי	+5% [-45% ; +102%]	סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)
מגמת עליה	+20% [-36% ; +124%]	כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"

בעקבות טיפול בשוליים והחלפת עדשות בלדים בצומת מרומזר לא היה שינוי בסך התאונות עם נפגעים, כאשר בכלל התאונות הייתה מגמת עליה. בשל מיעוט התאונות החמורות לא נתקבל אומדן שינוי בסוג תאונות זה.

(9) שינוי תוכנית רמזור

טיפול זה בוצע בשני צמתים מרומזרים.

טבלה א-9. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 9 בצמתים - שינוי תוכנית רמזור

משמעות התוצאה	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	סוג תאונות
מגמת עליה	+14% [-51% ; +169%]	סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)
מגמת עליה	+28% [-30% ; +134%]	כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"

ניתן לראות כי בעקבות שינוי תוכנית רמזור (בתוספת החלפת עדשות בלדים או ריבוד), בצומת מרומזר, נצפתה מגמת עליה הן בסך התאונות עם נפגעים והן בכלל התאונות. עבור התאונות החמורות לא נתקבל אומדן, עקב מיעוט הנתונים.

(10) הסדרת מדרכות, שילוט

טיפול זה בוצע בצומת אחד מרומזר.

טבלה א-10. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 10 בצמתים - הסדרת מדרכות, שילוט

משמעות התוצאה	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	סוג תאונות
מגמת ירידה (מיעוט נתונים)	-75% [-94% ; +13%]	סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)
מגמת עליה	+32% [-26% ; +133%]	כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"

בעקבות הסדרת מדרכות ושילוט בצומת מרומזר לא התקבל אומדן שינוי בתאונות עבור סך התאונות עם נפגעים והתאונות החמורות, עקב מיעוט הנתונים. עבור כלל התאונות נמצאה מגמת עליה אך ממצא זה מתבסס על נתוני תאונות באתר אחד בלבד ולכן, לא אמין.

(11) הרחבת צומת

טיפול זה בוצע בצומת אחד לא מרומזר.

טבלה א-11. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 11 בצמתים - הרחבת צומת לא מרומזר

משמעות התוצאה	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	סוג תאונות
מגמת ירידה (מיעוט נתונים)	-85% [-98% ; +21%]	סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)
מגמת ירידה (מיעוט נתונים)	-81% [-98% ; +49%]	כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"

בעקבות הרחבת צומת לא מרומזר התקבלו מגמות ירידה בסך התאונות עם נפגעים ובכלל התאונות, אם כי, אומדנים אלה ללא משמעות מעשית עקב מיעוט נתוני התאונות באתר הטיפול. עבור התאונות החמורות האומדן לא חושב כי סה"כ, בשתי התקופות, באתר הטיפול היתה תאונה חמורה אחת.

(12) טיפול במעקות באזור הצומת

טיפול זה בוצע ב-9 צמתים, לרוב, מרומזרים.

טבלה א-12. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 12 בצמתים - טיפול במעקות באזור הצומת

משמעות התוצאה	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	סוג תאונות
ירידה	-28% [-43% ; -9%]	סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)
מגמת ירידה	-8% [-57% ; +98%]	תאונות חמורות
ירידה*	-11% [-20% ; +0%]	כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"

* מובהקת בר.מ. 0.06

ניתן לראות כי בעקבות טיפול במעקות בצומת (בעיקר, מרומזר) נצפתה ירידה מובהקת בסך התאונות עם נפגעים ובכלל התאונות, כאשר עבור התאונות החמורות נמצאה מגמת ירידה.

(13) טיפולי מיסעה

טיפול זה בוצע ב-2 צמתים מרומזרים.

טבלה א-13. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 13 בצמתים - טיפולי מיסעה

משמעות התוצאה	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	סוג תאונות
ירידה	-50% [-68% ; -20%]	סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)
מגמת ירידה (מיעוט נתונים)	-52% [-90% ; +137%]	תאונות חמורות
ירידה*	-25% [-44% ; +2%]	כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"

* מובהקת בר.מ. 0.08

ניתן לראות כי בעקבות טיפולי מיסעה בצמתים מרומזרים נצפתה ירידה מובהקת בסך התאונות עם נפגעים ובכלל התאונות, כאשר עבור התאונות החמורות לא נתקבל אומדן עקב מיעוט הנתונים.

(14) הוספת גדרות הולכי רגל

טיפול זה בוצע בצומת אחד מרומזר.

טבלה א-14. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 14 בצמתים - הוספת גדר הולכי רגל

משמעות התוצאה	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	סוג תאונות
מגמת ירידה	-27% [-66% ; +56%]	סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)
מגמת עליה	+37% [-23% ; +143%]	כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"

בעקבות הוספת גדרות הולכי רגל בצומת מרומזר נצפתה מגמת ירידה בסך התאונות עם נפגעים ומגמת עליה בכלל התאונות. בצומת זה, בשתי התקופות, לא היו תאונות חמורות.

(15) הסדרה ליד מעגל תנועה

טיפול זה בוצע במעגל תנועה אחד.

טבלה א-15. ממצאי הערכות עבור סוג טיפול 15 בצמתים - הסדרה ליד מעגל תנועה

משמעות התוצאה	אחוז שינוי בתאונות ורווח סמך	סוג תאונות
מגמת ירידה (מיעוט נתונים)	-98% [-100% ; +701%]	סך התאונות עם נפגעים (ת"ד)
מגמת ירידה (מיעוט נתונים)	-98% [-100% ; +892%]	כלל התאונות: ת"ד + "כללי עם נפגעים"

בעקבות הסדרה ליד מעגל תנועה נצפתה מגמת ירידה בסך התאונות עם נפגעים ובכלל התאונות. אך מכיוון שהערכה זו מבוססת על אתר אחד בלבד, לא ניתן להגדיר אומדן מעשי לשינוי בתאונות (רווחי הסמך שהתקבלו גדולים מאוד).

נספח ב': הערכת מספרי התאונות שנחסכו, מדי שנה, בעקבות שיפורי

תשתית שמזוהים עם ירידה מובהקת בתאונות

א - בעקבות שיפורי תשתית בקטעי דרכים

סוג שיפור 2 הרחבה לדו-מסלולי =k -32%
סך התאונות עם נפגעים

מספר תאונות נחסך, בשנה	מספר תאונות צפוי - אחרי	תקופת אחרי, שנים	תקופת לפני, שנים	ביקורת- אחרי	ביקורת- לפני	טיפול- לפני	אתר	ק"מ	כביש
17.96	113	2	3	1921	3297	194	1	66-77	70
0.26	3	3	3	2904	3297	3	2	24-25	85
18.23									

סוג שיפור 2 הרחבה לדו-מסלולי =k -31%
כלל התאונות

מספר תאונות נחסך, בשנה	מספר תאונות צפוי - אחרי	תקופת אחרי, שנים	תקופת לפני, שנים	ביקורת- אחרי	ביקורת- לפני	טיפול- לפני	אתר	ק"מ	כביש
56.74	370	2	2	5508	6000	403	1	66-77	70
2.65	26	3	2	8179	6000	19	2	24-25	85
59.39									

סוג שיפור 5 בניית הפרדה (הפיכה לדו מסלולי) בשטח עירוני =k -53%
כלל התאונות

מספר תאונות נחסך, בשנה	מספר תאונות צפוי - אחרי	תקופת אחרי, שנים	תקופת לפני, שנים	ביקורת- אחרי	ביקורת- לפני	טיפול- לפני	אתר	ק"מ	כביש
14.96	70	2.5	3	6943	8513	86	1	15-18	805
11.07	62	3	2	8125	6000	46	2	12-15	805
26.04									

סוג שיפור 6-1 התקנת מעקה - הפרדה קשיחה, בקטע חד-מסלולי =k -50%
סך התאונות עם נפגעים

מספר תאונות נחסך, בשנה	מספר תאונות צפוי - אחרי	תקופת אחרי, שנים	תקופת לפני, שנים	ביקורת- אחרי	ביקורת- לפני	טיפול- לפני	אתר	ק"מ	כביש
1.96	12	3	3	2810	3297	14	1	19-21	66
								28.3-	66
1.48	7	2.5	1	2423	901	3	2	30.2	66
5.60	33	3	3	2810	3297	39	3	35-38	75
2.86	17	3	3	2904	3076	18	4	20-23	805
11.90									

סוג שיפור 6-1 התקנת מעקה - הפרדה קשיחה, בקטע חד-מסלולי =k -23%
כלל התאונות

מספר תאונות נחסך, בשנה	מספר תאונות צפוי - אחרי	תקופת אחרי, שנים	תקופת לפני, שנים	ביקורת- אחרי	ביקורת- לפני	טיפול- לפני	אתר	ק"מ	כביש
2.12	27	3	2	8125	6000	20	1	19-21	66
								28.3-	66
1.97	21	2.5	1	6943	2639	8	2	30.2	66
6.24	80	3	2	8125	6000	59	3	35-38	75
3.75	48	3	3	8179	8513	50	4	20-23	805
14.08									

סוג שיפור 7-1 טיפול במעקות וסימון מיסעה/תמרור, בקטע חד-מסלולי =k -13%
כלל התאונות

מספר תאונות נחסך, בשנה	מספר תאונות צפוי - אחרי	תקופת אחרי, שנים	תקופת לפני, שנים	ביקורת- אחרי	ביקורת- לפני	טיפול- לפני	אתר	ק"מ	כביש
11.04	165	2	2	5310	6000	186	1	17-49	31
4.66	104	3	2	8125	6000	77	2	77-86	70
1.26	19	2	1	5508	2639	9	3	4-6	784
0.84	13	2	1	5508	2639	6	4	22-23	784
17.80									

סוג שיפור 7-2 טיפול במעקות וסימון מיסעה/תמרור, בקטע דו-מסלולי

=k -14% כלל התאונות									
מספר תאונות נחסד, בשנה	מספר תאונות צפוי - אחרי	תקופת אחרי, שנים	תקופת לפני, שנים	ביקורת- אחרי	ביקורת- לפני	טיפול- לפני	אתר	ק"מ	כביש
15.81	335	3	2	18784	13733	245	1	13-25	5
8.45	179	3	2	18784	13733	131	2	142-174	25
35.11	744	3	2	18784	13733	544	3	263-280	40
59.37									
8-1 סוג שיפור ריבוד, סימון מיסעה, טיפול במעקות, בקטע חד-מסלולי =k -16% סך התאונות עם נפגעים									
מספר תאונות נחסד, בשנה	מספר תאונות צפוי - אחרי	תקופת אחרי, שנים	תקופת לפני, שנים	ביקורת- אחרי	ביקורת- לפני	טיפול- לפני	אתר	ק"מ	כביש
3.87	71	3	3	2810	3297	83	1	14-28	38
2.68	49	3	3	2810	3297	57	2	148-178	40
1.16	16	2.25	3.5	2178	3349	24	3	4-5	79
								1-4, 6-22, 23-	784
6.66	122	3	3	2810	3297	143	4	26	
0.42	6	2.25	3.25	2178	3106	8	5	6-7	854
0.96	18	3	3	2810	3297	21	6	21-28	66
15.75									
8-2 סוג שיפור ריבוד, סימון מיסעה, טיפול במעקות, בקטע דו-מסלולי =k -23% סך התאונות עם נפגעים									
מספר תאונות נחסד, בשנה	מספר תאונות צפוי - אחרי	תקופת אחרי, שנים	תקופת לפני, שנים	ביקורת- אחרי	ביקורת- לפני	טיפול- לפני	אתר	ק"מ	כביש
4.73	62	3	3	3924	3766	59	1	38-46	1
7.76	101	3	3	3924	3766	97	2	49-56	1
13.00	169	3	3	3924	3766	163	3	18-29	2
17.39	227	3	3	3924	3766	217	4	54-79	2
8.35	109	3	3	3924	3766	104	5	63-79	4
37.27	486	3	3	3924	3766	466	6	108-125	4
88.49									
9 סוג שיפור טיפול במעקות, ריבוד, שוליים, בקטע חד-מסלולי =k -12% סך התאונות עם נפגעים									
מספר תאונות נחסד, בשנה	מספר תאונות צפוי - אחרי	תקופת אחרי, שנים	תקופת לפני, שנים	ביקורת- אחרי	ביקורת- לפני	טיפול- לפני	אתר	ק"מ	כביש
10.75	269	3	3	2810	3297	316	1	223-242	4
5.35	134	3	3	2810	3297	157	2	0-27	89
0.71	18	3	3	2810	3297	21	3	11-13	781
1.58	40	3	3	2810	3297	47	4	0-12	805
0.54	13	3	3	2810	3297	16	5	18-20	805
18.92									
9 סוג שיפור טיפול במעקות, ריבוד, שוליים, בקטע חד-מסלולי =k -19% כלל התאונות									
מספר תאונות נחסד, בשנה	מספר תאונות צפוי - אחרי	תקופת אחרי, שנים	תקופת לפני, שנים	ביקורת- אחרי	ביקורת- לפני	טיפול- לפני	אתר	ק"מ	כביש
83.67	1305	3	2	8125	6000	964	1	223-242	4
28.03	437	3	2	8125	6000	323	2	0-27	89
4.08	64	3	2	8125	6000	47	3	11-13	781
7.99	125	3	2	8125	6000	92	4	0-12	805
4.17	65	3	2	8125	6000	48	5	18-20	805
127.94									
11 סוג שיפור ריבוד, התקנת סופגי אנרגיה, טיפול במעקות, בקטע דו-מסלולי =k -17% כלל התאונות									
מספר תאונות נחסד, בשנה	מספר תאונות צפוי - אחרי	תקופת אחרי, שנים	תקופת לפני, שנים	ביקורת- אחרי	ביקורת- לפני	טיפול- לפני	אתר	ק"מ	כביש
104.12	1786	3	2	18784	13733	1306	1	29-54	2
12 סוג שיפור טיפולי מיסעה, סימון, עיני חתול, בקטע חד-מסלולי =k -23% כלל התאונות									

מספר תאונות נחסד, בשנה	מספר תאונות צפוי - אחרי	תקופת אחרי, שנים	תקופת לפני, שנים	ביקורת- אחרי	ביקורת- לפני	טיפול- לפני	אתר	ק"מ	כביש
17.97	233	3	2	8125	6000	172	1	45-61	65

ב - בעקבות שיפורי תשתית בצמתים

1 סוג שיפור									
מעגל תנועה									
סך התאונות עם נפגעים									
-52% =k									
מספר תאונות נחסד, בשנה	מספר תאונות צפוי - אחרי	תקופת אחרי, שנים	תקופת לפני, שנים	ביקורת- אחרי	ביקורת- לפני	טיפול- לפני	אתר	כביש	צומת
0.70	3	2.1	3.4	2704	6833	7	1	554	טירה
1.39	8	3	3	4411	6081	11	2	899	חניתה
0.01	0.07	3	3	4411.1	6081.1	0	3	3965	המגרסות
								784	כניסה
2.73	16	3	3.5	4411	7057	25	4		לכפר
								4	מנדא
0.23	1	2	3	2531.1	6025.1	2	5	4	כניסה
1.20	6	2.5	3	3465	6025	10	6	70	לפארדיס
2.29	11	2.5	3	3465	6025	19	7	90	אבו סנאן
									שאן
1.08	5	2.5	3	3465	6025	9	8	553	צומת תל
0.61	3	2.5	3	3465.1	6025.1	5	9	652	מונד
10.25									גבעת עדה

2 סוג שיפור									
רמזור צומת									
סך התאונות עם נפגעים									
-29% =k									
מספר תאונות נחסד, בשנה	מספר תאונות צפוי - אחרי	תקופת אחרי, שנים	תקופת לפני, שנים	ביקורת- אחרי	ביקורת- לפני	טיפול- לפני	אתר	כביש	צומת
2.41	25	3.0	3.0	5251	6321	30	1	444	צומת
									כניסה
0.91	9	3	3	4411	6081	13	2	4	לטייבה
0.84	8.70	3	3	4411	6081	12	3	40	שבי ציון
									רגבה, 2
0.70	7	3	3	4411	6081	10	4	85	צמתים
									בארות
0.70	7	3	3	4411	6081	10	5	85	יצחק
									גילון - הר
0.70	7	3	3	4411	6081	10	5	85	גילון ק"מ
									13.9
0.91	9	3	3	4411	6081	13	6	85	מגיד אל
									כרום
0.18	2	3	3.5	4411	7057	3	7	40	מזרח
									כניסה
1.28	9	2	3	2531	6025	21	8	55	למגיד אל
									כרום
0.11	1	2	3.5	2531	6971	2	9	40	מערב
0.60	5	2.5	3	3465	6025	9	10	574	אבן
0.60	5	2.5	3	3465	6025	9	11	3	שמואל
0.47	4	2.5	3	3465.1	6025.1	7	12	57	כפר סבא
									מזרח
0.40	3	2.5	3	3465	6025	6	13	3	כניסה
0.34	3	2.4	3	3308.1	6025.1	5	14	4	לסתריה
10.46									נרבתה
									הודיה
									צומת
									חניאל
									צומת ניר
									ישראל
									תלמי יפה

4 סוג שיפור									
הסדרת תמרורים בצומת									
כלל התאונות									
-36% =k									
מספר תאונות נחסד, בשנה	מספר תאונות צפוי - אחרי	תקופת אחרי, שנים	תקופת לפני, שנים	ביקורת- אחרי	ביקורת- לפני	טיפול- לפני	אתר	כביש	צומת
0.29	2	3	2	16778	14173	2	1	4	בית אורן

8.95	74	3	3	12477	21140	125	2	4	דרור תל נוף- כניסה לבסיס פוריה
4.01	33	3	3	12477	21140	56	3	40	
1.22	10	3	3	12477	21140	17	4	77	
14.46									

7 סוג שיפור

ריבוד וטיפול במעקות, בצומת מרומזר
=k -20% סך התאונות עם נפגעים

מספר תאונות נחסד, בשנה	מספר תאונות צפוי - אחרי	תקופת אחרי, שנים	תקופת לפני, שנים	ביקורת- אחרי	ביקורת- לפני	טיפול- לפני	אתר	כביש	צומת הנשיא בית דגן אום אל פחם יגור גדרה אבליים תמרה
0.34	5	3	3	5251	6321	6	1	25	
2.52	37	3	3	5251	6321	45	2	44	
0.39	6	3	3	5251	6321	7	3	65	
1.51	22	3	3	5251	6321	27	4	70	
1.03	15	3	3	4411	6081	21	5	40	
2.44	36	3	3	4411	6081	50	6	70	
0.64	9	3	3	4411	6081	13	7	70	
8.86									

7 סוג שיפור

ריבוד וטיפול במעקות, בצומת מרומזר
=k -19% כלל התאונות

מספר תאונות נחסד, בשנה	מספר תאונות צפוי - אחרי	תקופת אחרי, שנים	תקופת לפני, שנים	ביקורת- אחרי	ביקורת- לפני	טיפול- לפני	אתר	כביש	צומת הנשיא בית דגן אום אל פחם יגור גדרה אבליים תמרה
0.53	8	3	2	16778	14173	7	1	25	
18.48	290	3	2	16778	14173	245	2	44	
0.38	6	3	2	16778	14173	5	3	65	
10.71	168	3	2	16778	14173	142	4	70	
5.41	85	3	3	12477	21140	144	5	40	
3.80	60	3	3	12477	21140	101	6	70	
1.20	19	3	3	12477	21140	32	7	70	
40.50									

12 סוג שיפור

טיפול במעקות באזור הצומת, בצומת מרומזר
=k -28% סך התאונות עם נפגעים

מספר תאונות נחסד, בשנה	מספר תאונות צפוי - אחרי	תקופת אחרי, שנים	תקופת לפני, שנים	ביקורת- אחרי	ביקורת- לפני	טיפול- לפני	אתר	כביש	צומת נחל חדרה (חדרה מערב) עכו מזרח בילו יובלים העמקים חורשים חנא להבים פלוגות
2.59	27	3	3	5251	6321	33	1	4	
4.23	45	3	3	5251	6321	54	2	4	
2.43	26	3	3	5251	6321	31	3	40	
0.16	2	3	3	5251.1	6321.1	2	4	784	
1.37	15	3	3	4411	6081	20	5	70	
0.89	9	3	3	4411	6081	13	6	444	
0.60	6	3	2.75	4411	5551	8	7	805	
1.77	18	2.8	3	4898	6081	22	8	31	
1.29	13	2.8	3	4898	6081	16	9	35	
15.33									

12 סוג שיפור

טיפול במעקות באזור הצומת, בצומת מרומזר
=k -11% כלל התאונות

מספר תאונות נחסד, בשנה	מספר תאונות צפוי - אחרי	תקופת אחרי, שנים	תקופת לפני, שנים	ביקורת- אחרי	ביקורת- לפני	טיפול- לפני	אתר	כביש	צומת נחל חדרה (חדרה מערב) עכו מזרח בילו יובלים העמקים חורשים חנא להבים פלוגות
3.56	99	3	2	16778	14173	84	1	4	
3.73	104	3	2	16778	14173	88	2	4	
9.91	277	3	2	16778	14173	234	3	40	
0.42	12	3	2	16778	14173	10	4	784	
2.77	77	3	3	12477	21140	131	5	70	
0.36	10	3	3	12477	21140	17	6	444	
0.28	8	3	2.75	12477	19009	12	7	805	
1.72	45	2.8	3	15477	21140	62	8	31	
2.69	71	2.8	3	15477	21140	97	9	35	

25.44

13 סוג שיפור

טיפול מיסעה, בצומת מרומזר

$=k$ -50% סך התאונות עם נפגעים

מספר תאונות נחסך, בשנה	מספר תאונות צפוי - אחרי	תקופת אחרי, שנים	תקופת לפני, שנים	ביקורת- אחרי	ביקורת- לפני	טיפול- לפני	אתר	כביש	צומת נחל עמוד יבור
4.14	25	3	3	5251	6321	30	1	65	
4.69	28	3	3	5251	6321	34	2	70	
8.84									

13 סוג שיפור

טיפול מיסעה, בצומת מרומזר

$=k$ -25% כלל התאונות

מספר תאונות נחסך, בשנה	מספר תאונות צפוי - אחרי	תקופת אחרי, שנים	תקופת לפני, שנים	ביקורת- אחרי	ביקורת- לפני	טיפול- לפני	אתר	כביש	צומת נחל עמוד יבור
3.29	40	3	2	16778	14173	34	1	65	
5.42	66	3	2	16778	14173	56	2	70	
8.72									

ג - בעקבות שיפורי תשתית במחלפים

3 סוג שיפור

הקמת מעגל תנועה במחלף

$=k$ -72% סך התאונות עם נפגעים

מספר תאונות נחסך, בשנה	מספר תאונות צפוי - אחרי	תקופת אחרי, שנים	תקופת לפני, שנים	ביקורת- אחרי	ביקורת- לפני	טיפול- לפני	אתר	כביש	מחלף מחלף אליפלט
2.63	11	3	3	4411	6081	15	1	89	

4 סוג שיפור

טיפול במעקות

$=k$ -28% כלל התאונות

מספר תאונות נחסך, בשנה	מספר תאונות צפוי - אחרי	תקופת אחרי, שנים	תקופת לפני, שנים	ביקורת- אחרי	ביקורת- לפני	טיפול- לפני	אתר	כביש	מחלף מחלף לוד מחלף פולג
10.28	111	3	3	12477	21140	188	1	1	
4.70	51	3	3	12477	21140	86	2	2	
14.98									

6 סוג שיפור

ריבוד רמפות

$=k$ -23% סך התאונות עם נפגעים

מספר תאונות נחסך, בשנה	מספר תאונות צפוי - אחרי	תקופת אחרי, שנים	תקופת לפני, שנים	ביקורת- אחרי	ביקורת- לפני	טיפול- לפני	אתר	כביש	מחלף מחלף נתניה מחלף השבעה מחלף מורשה מחלף אדומים
1.13	15	3	3	4411	6081	20	1	2	
4.70	61	3	3	5251	6321	73	2	4	
7.09	91	3	3	5251	6321	110	3	4	
1.35	15	2.5	3	4411	6081	20	4	1	
14.27									

English summary

1. Study's description

Over the years 2007-2009, in the framework of the black-spots' treatment project, the National Transport Infrastructure Company implemented many improvements in the infrastructure of rural roads. The purpose of infrastructure improvements is to enhance the level of safety of the treated sites, i.e. in reducing the accident frequency and/or severity at those sites. In this study, safety efficiency and contribution of the black-spots' treatment project - the infrastructure improvements applied on the rural roads in the years 2007-2009, were examined.

The study was carried out in several steps. The first step dealt with collecting and arranging information on the infrastructure improvements implemented in 2007-2009. Based on the information sources provided by the study's commissioner, e.g. the lists of treatment sites according to years, and various reports, a study's database was established. In the database, the information received from various sources was cross-checked, in order to determine, for each treatment considered, the details requested, i.e. the location of the site treated, types of infrastructure improvements applied and the periods of the project performance on the road.

In the second study's step, data checking and completion towards the analysis were conducted. Based on the information accumulated in the database, multiple data checks and supplements as well as classifications of the infrastructure improvements applied and the sites treated were carried out in order to define the types of infrastructure improvements suitable for safety evaluation. For each treatment type to be considered a list of sites treated in this manner presenting the "treatment group", the sites to be used as a comparison-group, accident types to be examined and the periods of analysis, were assigned.

Further, accident data analysis was conducted, i.e. the examination of accident changes at the treatment versus comparison-group sites, in the after- versus the before-treatment period, with a consequent pooling of findings across a number of similarly treated sites, aiming to estimate accident change rates due to various treatments applied.

For each treatment type (infrastructure improvement) a percentage of accident change in the treatment sites in the "after" versus the "before" period, accounting for the changes that had occurred in the control group, was estimated. The accident changes observed at various but similarly treated sites were weighted to obtain a summary value - the efficiency index, according to treatment type, for which both an average value and a confidence interval (at 0.05 confidence level) were estimated. The accident changes were examined for injury accidents, severe accidents and total accidents (injury accidents + "general with injury" accidents) as well as for additional types of target accidents which were selected in accordance with the essence of infrastructure improvements applied. Once the efficiency index was significant and demonstrated accident reduction, it was accepted as accident reduction factor associated with a certain treatment type.

Evaluation findings of the current study were compared with values coming from the international experience and with those provided by previous Israeli studies that considered similar infrastructure improvements. Finally, a list of accident reduction factors associated with the infrastructure improvements applied under Israeli

conditions was provided. In addition, accident savings attained due to the infrastructure improvements applied in 2007-2009 and their economic values were estimated.

2. Main study's findings and conclusions

a. The study's database

Based on the information sources provided by the study's commissioner, a study database was established which accumulated information on about 150 junctions/interchanges and about 50 road sections treated over the years 2007-2009.

Following data checks, supplements and classifications, it was defined that examination of accident changes due to infrastructure improvements would relate to 34 treatment types implemented on 148 sites, including: 13 types of infrastructure improvements on road sections applied on 41 sites; 15 types of junction treatments applied on 97 sites; and 6 types of interchange treatments applied on 10 sites.

b. Accident reduction factors following the infrastructure improvements received by the study

Based on the examination of significance of values received in the safety evaluations and their comparison with international experience, accident reduction factors were obtained for 19 types of infrastructure improvements, of which 10 were on road sections, 6 at junctions and 3 on interchanges. Table A presents the summary values of accident reduction factors - the estimates of safety efficiency of various infrastructure improvements on rural roads in Israel. These accident reduction factors reflect significant accident changes observed following the infrastructure improvements.

The values in Table A relate to injury accidents and total accidents (injury accidents + "general with injury" accidents). Based on the study's results separate values of accident reduction factors for severe accidents or specific accident types cannot be provided.

Due to a small number of treatment sites that served as a basis for the evaluations performed, caution is required in using accident reduction factors associated with the following treatments: "a combined treatment: resurfacing, crash cushion installation, barrier treatments, on a dual-carriageway road section", "pavement treatments, road marking, raised markers, on a single-carriageway road section", "pavement treatments at a signalized junction" and all treatment types at interchanges. Besides, caution is required in using the accident reduction factor of "signing arrangement at a junction", because the value of this factor received under Israeli conditions was relatively high compared to international experience.

c. Missing values of accident reduction factors following the infrastructure improvements

For 7 types of infrastructure improvements on road sections, 9 types of those at junctions and 3 types at interchanges, significant values of accident reduction factors were not obtained in the current study, mostly, due to the implementation of those treatments at a few sites. Considering the positive potential of such infrastructure improvements - their contribution to accident reductions, based on the international experience, it is recommended to continue with monitoring of the effects of those treatments on accidents, under local conditions. Those infrastructure improvements

Table A. Final estimates of accident reduction factors - estimates of safety efficiency of road infrastructure improvements on rural roads as received in the current study

No	Type of infrastructure improvement	% of change in injury accidents	% of change in total accidents ¹
Infrastructure improvements on road sections			
2	Upgrading a single-carriageway to a dual-carriageway road section	-32%	-31%
5	Building a median (upgrading to a dual-carriageway road) in an urban area	--	-53%
6-1	Barrier installation (building a stiff median) on a single-carriageway road	-50%	-23%
7-1	A combined treatment: barriers, road marking/signing, on a single-carriageway road section	--	-13%
7-2	A combined treatment: barriers, road marking/signing, on a dual-carriageway road section	--	-14%
8-1	A combined treatment: resurfacing, road marking, barriers' treatment, on a single-carriageway road section	-16%	--
8-2	A combined treatment: resurfacing, road marking, barriers' treatment, on a dual-carriageway road section	-23%	--
9	A combined treatment: barrier treatments, resurfacing, shoulders, on a single-carriageway road section	-12%	-19%
11	A combined treatment: resurfacing, crash cushion installation, barrier treatments, on a dual-carriageway road section *	--	-17%
12	Pavement treatments, road marking, raised pavement markers, on a single-carriageway road section *	--	-23%
Infrastructure improvements at junctions			
1	Building a roundabout	-52%	--
2	Traffic lights' installation	-29%	**
4	Signing arrangement at a junction *	--	-36%
7	Resurfacing, barrier treatments, at a signalized junction	-20%	-19%
12	Barrier treatments, at a signalized junction	-28%	-11%
13	Pavement treatments, at a signalized junction *	50%-	-25%
Infrastructure improvements on interchanges			
3	Building roundabouts on the interchange *	-72%	--
4	Barrier treatments *	--	-28%
6	Ramps' resurfacing *	-23%	--

¹ Injury accidents + "general with injury" accidents

* Further monitoring is required due to a small number of treatment sites that served a basis for the evaluation, a difference observed compared to international values or lack of international values to be compared with, for the treatment type considered.

** was associated with an increase in total accidents, contrary to international experience

are not associated yet with a positive impact on road safety, under the local conditions, and further evaluations of their influence are required.

For the treatment type of "replacing lens by LEDs" at a signalized junction, in the current study, similarly to a previous Israeli study, no positive impact on road safety was found, and thus, it is reasonable to omit this treatment type from the list of safety-related infrastructure improvements.

d. Estimating accident savings following the infrastructure improvements applied at the black-spots

For each treatment site belonging to an infrastructure improvement associated with a significant accident reduction factor, an estimate of average accident numbers annually saved following a treatment was provided. This estimation was conducted for 86 sites where 19 types of infrastructure improvements were implemented. Besides, for the numbers of accidents saved, their economic values were estimated by means of multiplication by average accident costs.

It was found that following the implementation of infrastructure improvements at the black-spots in 2007-2009:

- On road sections, 153 injury accidents and 427 total accidents ("injury accidents" + "general with injury" accidents) were saved annually, where the economic values of those accidents are about 28 and 78 million NIS, respectively;
- At junctions, annually, 54 injury accidents and 89 total accidents were saved, with the economic values of about 10 and 16 million NIS, respectively;
- On interchanges, annually, 17 injury accidents and additional 15 total accidents were saved, where the economic value of each accident saving is about 3 million NIS.

In total, the black-spots' treatment project was associated with an average annual saving of 224 injury accidents and 531 total accidents ("injury accidents" + "general with injury" accidents), whereas the economic value of those accidents close to 41 and 97 million NIS, respectively.

It is emphasized that the above estimates of savings are based on the infrastructure improvements which brought significant accident reductions, compared to control-groups, but do not include accident changes on the remainder of sites treated for which the treatment effect was not ascertained. It should be noted also that the above estimates reflect average values.

In addition, it should be pointed out that the two estimates provided: of injury accidents saved and of total accidents saved, are not complementary as they are based on evaluations of various treatment types applied at various sites. Those estimates are given for demonstration purposes only, i.e. in order to illustrate the amount of accidents definitely saved due to the infrastructure improvements examined in the current study.

e. Application of the study's findings and further activities

Table A above suggests an update to the list of accident reduction factors associated with various infrastructure improvements on rural roads under Israeli conditions. It is recommended that those values will serve as a supplement to the knowledge base of the Safety Management System (SMS) maintained by the Netivey Israel Company. The accident reduction factor values are recommended for consideration when safety

treatments - infrastructure improvements are selected, for the black-spot sites on rural roads.

The study's findings point out the accident savings attained due to the infrastructure improvements implemented during the black-spots' treatment project conducted over 2007-2009. However, not for all the treatments applied evidence on safety efficiency was obtained.

In order to continue updating of the SMS knowledge base as well as to improve the general level of knowledge concerning the safety efficiency of road infrastructure improvements under Israeli conditions, there is a need for a mechanism for systematic monitoring of infrastructure improvements implemented on Israeli roads. It is recommended to maintain a database that relies on a systematic reporting which would keep the information on locations, times and essence of the infrastructure improvements applied on the field, both within the road maintenance and development projects of the Netivey Israel Company.

The evaluation of safety effects of various infrastructure improvements applied on the roads, including the analysis of accident changes at the black-spots treated, should be carried out in accordance with the quality rules defined for safety evaluation studies. In such evaluations, it is required to account for changes in the general accident trends, regression-to-the-mean and other confounding factors, where the results should be provided with a known level of confidence.

List of tables

Table 1.1. Types of infrastructure improvements suitable for evaluation, for road sections	17
Table 1.2. Types of infrastructure improvements suitable for evaluation, for junctions	18
Table 1.3. Types of infrastructure improvements suitable for evaluation, for interchanges	19
Table 3.1. Evaluation results for treatment type 1 - curve realignment on a single-carriageway road	25
Table 3.2. Evaluation results for treatment type 2 - upgrading a single-carriageway to a dual-carriageway road section	27
Table 3.3. Evaluation results for treatment type 3 - median barrier installation, crosswalks' arrangement	27
Table 3.4. Evaluation results for treatment type 4 - resurfacing, geometric improvements of a road section, near a business area	28
Table 3.5. Evaluation results for treatment type 5 – building a median (upgrading to a dual-carriageway road) in an urban area	29
Table 3.6. Evaluation results for treatment type 6 - barrier installation (building a stiff median)	31
Table 3.7. Evaluation results for treatment type 7 – a combined treatment: barriers, road marking/signing	33
Table 3.8. Evaluation results for treatment type 8 - a combined treatment: resurfacing, road marking, barriers' treatment	35
Table 3.9. Evaluation results for treatment type 9 - a combined treatment: barriers, resurfacing, shoulders	36
Table 3.10. Evaluation results for treatment type 10 - a combined treatment: signing, pavement works, shoulders	37
Table 3.11. Evaluation results for treatment type 11 - a combined treatment: resurfacing, crash cushion installation, barriers' treatment	38
Table 3.12. Evaluation results for treatment type 12 - pavement treatment, road marking, raised pavement markers	39
Table 3.13. Evaluation results for treatment type 13 - signing improvements	39
Table 3.14. Evaluation results for treatment type 1 at junctions - building a roundabout	41
Table 3.15. Evaluation results for treatment type 2 at junctions - traffic lights' installation	42
Table 3.16. Evaluation results for treatment type 3 at junctions - a junction realignment	45
Table 3.17. Evaluation results for treatment type 4 at junctions - signing a junction	46
Table 3.18. Evaluation results for treatment type 5 at junctions - replacing lens by LEDs	47
Table 3.19. Evaluation results for treatment type 6 at junctions - resurfacing and replacing lens by LEDs	48
Table 3.20. Evaluation results for treatment type 7 at junctions - resurfacing, barrier treatment	48
Table 3.21. Evaluation results for treatment type 8 at junctions - shoulder treatment, replacing lens by LEDs	49
Table 3.22. Evaluation results for treatment type 9 at junctions - changes in the traffic lights' program	49

Table 3.23. Evaluation results for treatment type 10 at junctions - sidewalks' arrangement, signing	50
Table 3.24. Evaluation results for treatment type 11 at junctions - widening a non-signalized junction	50
Table 3.25. Evaluation results for treatment type 12 at junctions - barriers' treatment	51
Table 3.26. Evaluation results for treatment type 13 at junctions - pavement treatments	52
Table 3.27. Evaluation results for treatment type 14 at junctions - adding pedestrian fences	52
Table 3.28. Evaluation results for treatment type 15 at junctions - arrangements near a roundabout	53
Table 3.29. Evaluation results for treatment type 3 at interchanges - building roundabouts	55
Table 3.30. Evaluation results for treatment type 4 at interchanges - barrier treatments	56
Table 3.31. Evaluation results for treatment type 6 at interchanges - ramps' resurfacing	57
Table 4.1. Summary of the evaluation results for road section treatments, received in the current study	60
Table 4.2. Summary of the evaluation results for junction treatments (compared to control groups: signalized or non-signalized junctions)	63
Table 4.3. Summary of the evaluation results for junction treatments (compared to another control group - all rural junctions)	64
Table 4.4. Summary of the evaluation results for intersection treatments	65
Table 4.5. Estimates of accident changes, following infrastructure improvements on road sections, in the current study, and following similar infrastructure improvements examined in other studies in Israel and abroad	69
Table 4.6. Estimates of accident changes, following infrastructure improvements at junctions, in the current study, and following similar infrastructure improvements examined in other studies in Israel and abroad	72
Table 4.7. Estimates of accident changes, following infrastructure improvements at interchanges, in the current study, and following similar infrastructure improvements examined in other studies in Israel and abroad	74
Table 4.8. Final estimates of accident reduction factors - estimates of safety efficiency of road infrastructure improvements on rural roads as received in the current study	75
Table 4.9. Numbers of accidents annually saved following the infrastructure improvements that were examined in the current study and are associated with accident reduction factors	78

Table of Content

Summary	7
1. Introduction	11
1.1. Study's background and topic	11
1.2. Establishing of the study's database	13
1.3. Identification of treatment types - infrastructure improvements suitable for safety evaluation	15
2. Basics of the method for the efficiency evaluation of infrastructure improvements	20
3. Findings from the efficiency evaluation of various infrastructure improvements	25
3.1. Infrastructure improvements on road sections	25
3.2. Infrastructure improvements at junctions	40
3.3. Infrastructure improvements on interchanges	53
4. Summary evaluations of the efficiency of infrastructure measures	58
4.1. Summaries of detailed evaluation results	58
4.2. Comparisons with literature findings	65
4.3. Estimation of the numbers of accidents saved due to infrastructure treatments	74
5. Study's conclusions	79
References	83
Appendix A: Examination of accident changes following infrastructure improvements at junctions, compared to an additional control group - all rural junctions	84
Appendix B: Estimation of the number of accidents annually saved following the infrastructure improvements associated with significant accident reductions	89

Record / "Identity Card" of the project

Report No. (of NETIVEI ISRAEL):	
Date: January 2013	Report Name: Evaluation of safety efficiency and contribution of the black-spots' treatment project
Report No. (of the contractor): S/46/2013	Authors: Gitelman V., Carmel R., Pesahov F., Hakkert S.
NETIVEI ISRAEL Contract No.: 4500052821	Contractor (Name & Address): Ran Naor Road Safety Research Center, Technion
Report Type & Project Period: Scientific report, 2012-2013	
Additional Notes:	
Abstract:	
1. Objectives:	
<p>In 2007-2009, in the framework of the black-spots' treatment project, the National Transport Infrastructure Company implemented many improvements in the infrastructure of rural roads. In this study, safety efficiency and contribution of the infrastructure improvements applied on the rural roads were examined.</p>	
2. Findings:	
<p>Based on the information sources provided by the study's commissioner, a study's database was established which accumulated information on about 150 junctions/ interchanges and about 50 road sections treated in the years 2007-2009. Following data checking, completion and classification, it was defined that examination of accident changes due to infrastructure improvements would relate to 34 treatment types implemented on 148 sites, including: 13 types of infrastructure improvements on road sections applied on 41 sites; 15 types of junction treatments applied on 97 sites; and 6 types of interchange treatments applied on 10 sites.</p> <p>For each treatment type, accident changes were evaluated during the after versus the before treatment period, accounting for the changes occurred in the control group. The accident changes on sites with a similar treatment were weighted to obtain a summary value - the efficiency index, for which both an average value and a confidence interval were estimated.</p> <p>Based on the examination of significance of values received in the safety evaluations and their comparison with international experience, accident reduction factors were obtained for 19 types of infrastructure improvements, of which 10 were on road sections, 6 at junctions and 3 at interchanges.</p> <p>For each treatment site belonging to an infrastructure improvement associated with a significant accident reduction factor, an estimate of average accident numbers annually saved following a treatment, was provided. According to such evaluation, the black-spots' treatment project was associated with an average annual saving of 224 injury accidents and 531 total accidents ("injury accidents" + "general with injury" accidents), whereas the economic value of those accidents close to 41 and 97 million NIS, respectively. These saving estimates do not include accident changes on the remainder of sites treated for which the treatment effect was not ascertained.</p>	
3. Conclusions:	

The study's findings point out the accident savings attained due to the infrastructure improvements implemented during the black-spots' treatment project. However, not for all the treatments applied evidences on safety efficiency were obtained.

Key words: hazardous location, infrastructure improvement, safety evaluation, road accidents, accident reduction factor

No. of Pages: 104

**Classification of Current
Page Distribution:**

Classification of Report Distribution:

Evaluation of safety efficiency and contribution of the black- spots' treatment project

January 2013

Prepared by:

Dr. Victoria Gitelman

Eng. Robi Carmel

Mss. Fanny Pesahov

Prof. Shalom Hakkert

From the Ran Naor Road Safety Research Center

**Prepared for NETIVEI ISRAEL - National
Transport Infrastructure Company Ltd.**