



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

פתרונות תשתית לשיפור בטיחותם של הולכי הרגל בתנאי הארץ

פרופ' דורון בלשה
ד"ר ויקטוריה גיטלמן
אינג' רובי כרמל
גב' לימור הנדל
גב' פאני פיסחוב

מרץ 2009, חיפה

דו"ח מחקר מס' S/2/2009

<p>שם הפרסום: פתרונות תשתית לשיפור בטיחותם של הולכי הרגל בתנאי הארץ</p>	<p>הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל המכון לחקר התחבורה</p>	
<p>פרויקט מס' / סימון מחקר מס': 2/2008</p>	<p>פרסום מס' / דו"ח מחקר מס': S/2/2009</p>	
<p>מחברים: ד. בלשה, ו. גיטלמן, ר. כרמל, ל. הנדל, פ. פיסחוב</p>	<p>סוג פרסום: דו"ח מחקר</p>	
<p>המדור המבצע: מרכז רן נאור לחקר הבטיחות בדרכים</p>	<p>שם המזמין:</p>	
<p>תקציר:</p> <p>מעל 30% מהרוגים בתאונות דרכים בישראל הם הולכי רגל. בעיית היפגעות הולכי הרגל מוכרת במדינות רבות בעולם, כאשר בספרות המקצועית הצטברו מידע וידע רב לגבי יעילותם של פתרונות תשתית שונים לטיפול בבעיה. לכן, נערך מחקר מקיף אשר כלל:</p> <p>א. אפיון וניתוח מפורט של תאונות פגיעה בהולכי הרגל בישראל, כולל השוואות בינלאומיות ויצירת טיפולוגיה של דפוסי תאונות אלה, בתנאי הארץ;</p> <p>ב. ריכוז ובחינת פתרונות תשתית לשיפור בטיחותם של הולכי הרגל, על סמך הניסיון בארץ ובעולם. כמו כן, נערך סקר דעות מומחים בישראל לגבי יעילות האמצעים;</p> <p>ג. אבחון בעיות תשתית במוקדי תאונות הולכי הרגל שהתרחשו בישראל;</p> <p>ד. זיהוי פתרונות תשתית שעשויים לתרום לשיפור בטיחות הולכי הרגל, בתנאי הארץ.</p> <p>על סמך הספרות, נבנה סיווג מקיף וריכוז מידע על יעילותם של אמצעי תשתית לשיפור בטיחות הולכי הרגל, הכולל כ-80 אמצעים והמתחלק ל-7 קבוצות: (א) אמצעים פיזיים להולכי רגל בקטע דרך; (ב) אמצעים פיזיים להולכי רגל באזור מעבר חצייה בקטע דרך; (ג) אמצעים פיזיים לריסון תנועה ברחובות מאספים; (ד) אמצעים פיזיים בצמתים; (ה) מיתון תנועה; (ו) רמזורים; (ז) אמצעים אחרים - חינוך, אכיפה, הסברה, אמצעים טכנולוגיים ברכב. סקר המומחים בארץ הצביע על סוגי אמצעים יעילים יותר, בעיני המומחים, כאשר סה"כ נמצאה התאמה גבוהה יחסית בין ממצאי הספרות והערכות המומחים.</p> <p>לאבחון הנדסי של מאפיינים וליקויי תשתית המתקשרים עם התרחשות תאונות הולכי הרגל, נערכו סיורי שטח במוקדי התאונות. הבדיקות נערכו ב-95 אתרים, בערים יהודיות ומעורבות, אשר נבחרו מתוך ערים עם מדדים גבוהים יחסית של היפגעות הולכי הרגל ומתוך רשימה כלל-ארצית של צמתים וקטעי רחובות עם ריכוז תאונות גבוה. מבחינת ממצאי השטח עלה שיעור בעיית בטיחות הולכי הרגל ממוקדת ברחובות עתירי תנועה רב-נתיביים שנמצאים במרכזי ערים. ברבע ממוקדי התאונות אובחנו ליקויים בהסדרי התשתית.</p> <p>נערכה הצלבה בין בעיות הבטיחות שזוהו במוקדי תאונות הולכי הרגל לבין פתרונות תשתית מתאימים. ממצאים אלה הוצגו לפי סוגי ההסדרים: מעברי חצייה לא מרומזרים בדרכים רב-נתיביות, מעברי חצייה לא מרומזרים בדרכים דו-סטריות דו-נתיביות, צמתים מרומזרים, מעברי חצייה במעגלי תנועה וקטעי דרך ללא מעברי חצייה.</p> <p>ממצאי המחקר עולה שמחד, ניתן לשפר בטיחות הולכי הרגל על-ידי הגברת השימוש באמצעי תשתית המוכרים בארץ, ומאידך, יש מקום לבדיקת יעילותם בתנאי הארץ של אמצעי תשתית מתקדמים המוכרים במדינות האחרות. עם זאת, על מנת לחולל שינוי מהותי במצב היפגעות הולכי הרגל בשטח עירוני נדרש שינוי גישה - מעבר מטיפול נקודתי לטיפול מערכתי בבעיה. יש מקום לבחינה ושינוי מערכתי של רשת הדרכים העירונית, במטרה למזער את אזורי החיכוך בין הולכי רגל וכלי הרכב ו/או למתן משמעותית את מהירויות הנסיעה של כלי הרכב באזורי הימצאות ופעילות של הולכי הרגל.</p> <p>אמצעי תשתית המומלצים לבחינה בניסויי שטח מבוקרים בתנאי הארץ הם: מעבר חצייה מוגבה ברחוב מאסף עתיר תנועה; אי מפלט במעבר חצייה ברחוב חד-מסלולי; תאורה חכמה, פנסי עיניים זזות, סימוני זיגזג בסמוך למעברי חצייה; פס עצירה מקדים בקטע דרך דו-מסלולית; רמזורים מיוחדים למעברי חצייה כדוגמת PUFFIN / PELICAN; הבהוב אדום להולכי רגל, רמזורי ספירה לאחור להולכי רגל, גלאי הולך רגל - במעברי חצייה מרומזרים; מופע בלעדי להולכי רגל, הקדמת מופע הולך רגל למופע רכב משותף - בצומת.</p>		
<p>הפצה: בלתי-מוגבלת</p>	<p>מילות מפתח: פתרונות תשתית, בטיחות הולכי רגל</p>	
<p>תאריך: מרץ 2009</p>	<p>מס' עמודים: 141</p>	<p>הערות:</p>

תוכן עניינים

5	תקציר
14	1. מבוא
14	1.1. בעיית היפגעות הולכי רגל בתאונות הדרכים בישראל
15	1.2. גורמים עיקריים להיפגעות הולכי הרגל
17	1.3. נושאי הדו"ח
19	2. ניתוח מפורט של תאונות הולכי רגל בישראל
19	2.1. מאפייני היפגעות הולכי רגל בישראל לעומת מדינות אחרות
20	2.1.1. מדדי בטיחות כלליים
21	2.1.2. מיקום תאונות הולכי רגל
22	2.1.3. מאפיינים דמוגרפיים של הולכי רגל הרוגים
23	2.1.4. זמן התרחשות התאונות
25	2.2. מאפיינים עיקריים של תאונות הולכי הרגל בישראל
25	2.2.1. מגמות לאורך זמן
28	2.2.2. אפיון פרטני של תאונות הולכי רגל בישראל, בשנים 2005-2006
34	2.3. דפוסי תאונות הולכי רגל בישראל
34	2.3.1. שיטת הניתוח
37	2.3.2. דפוסי תאונות בהן נהרגו הולכי רגל
46	2.3.3. דפוסי תאונות בהן נפגעו הולכי רגל
57	2.4. סיכום
61	3. יצירת מאגר של פתרונות תשתית למניעת תאונות הולכי הרגל
61	3.1. ממצאים עיקריים מסקר ספרות מקצועית
61	3.1.1. שיטת הסקר
63	3.1.2. אסטרטגיות מומלצות בספרות לשיפור בטיחות הולכי הרגל
65	3.1.3. מאגר פתרונות תשתית על סמך הניסיון הבינלאומי
74	3.2. יעילות האמצעים לשיפור בטיחות הולכי הרגל: סקר מומחים בארץ
74	3.2.1. מטרת סקר המומחים
74	3.2.2. שיטת הניתוח

76	3.2.3. ממצאי הסקר: דירוג יעילות האמצעים ע"י המומחים
83	3.2.4. ניתוח רגישות
85	3.2.5. סיכום
90	4. בחינה הנדסית של מוקדי תאונות הולכי רגל בישראל
90	4.1. בחירת אתרים לבחינה ההנדסית
90	4.1.1. בחירת מוקדי התאונות ביישובים עם ריכוז תאונות גבוה
92	4.1.2. בחירת מוקדי התאונות בכל הארץ
93	4.2. שיטת איסוף הנתונים
95	4.3. ממצאים: אפיון מוקדי תאונות הולכי הרגל
95	4.3.1. מאפייני הסביבה והדרך
96	4.3.2. ליקויים כלליים במוקדי התאונות
98	4.3.3. אפיון הסדרי תנועה לפי סוגי האתרים
102	4.3.4. תמרור וסימון מעברי חצייה במוקדי תאונות הולכי רגל
104	4.4. התאמת פתרונות תשתית למוקדי התאונות
104	4.4.1. כללי
108	4.4.3. פתרונות תשתית מומלצים ליישום, באתרים השונים
120	5. פתרונות תשתית לשיפור בטיחות הולכי הרגל בתנאי הארץ - סיכום והמלצות
120	5.1. סיכום: ממצאים עיקריים מבחינת מוקדי תאונות הולכי הרגל בתנאי הארץ
120	5.1.1. סיכום בעיות הבטיחות שאובחנו במוקדי התאונות
122	5.1.2. התאמת אמצעי תשתית לבעיות הבטיחות שזוהו במוקדי התאונות
125	5.2. המלצות
125	5.2.1. פתרונות תשתית מומלצים לשיפור בטיחות הולכי רגל
131	5.2.2. אמצעי תשתית לביצוע ניסוי שטח בתנאי הארץ
135	5.2.3. הצורך בגישה מערכתית
140	מראי מקום

תקציר

1. רקע

מספר הולכי רגל הרוגים ונפגעים בתאונות הדרכים בישראל יורד לאורך זמן, אך שיעורם מסך כל ההרוגים והנפגעים בתאונות לא השתנה בעשור האחרון: הולכי רגל מהווים 9%-8% מכלל הנפגעים בתאונות, **ומעל 30% מסך ההרוגים בתאונות הדרכים בישראל**. לדוגמה, בתאונות הדרכים בישראל בשנת 2007 נהרגו 124 הולכי רגל (31% מכלל ההרוגים בתאונות), ונפגעו 3087 הולכי הרגל (9.4% מכלל הנפגעים).

חלקם היחסי של הרוגים הולכי הרגל מכלל ההרוגים בתאונות **גבוה משמעותית** בישראל לעומת רוב המדינות המתועשות. בעיית היפגעות הולכי הרגל מוכרת גם במדינות רבות בעולם, ובספרות המקצועית הצטברו מידע וידע רב לגבי יעילותם של פתרונות תשתית שונים לצמצום התופעה. לכן, הוחלט לבצע מחקר מקיף בנושא בטיחות הולכי הרגל שמטרותיו הן:

- א. אפיון וניתוח מפורט של תאונות פגיעה בהולכי הרגל בישראל, כולל השוואות בינלאומיות, על מנת לזהות מאפיינים עיקריים וליצור טיפולוגיה של דפוסי תאונות אלה, בתנאי הארץ;
- ב. ריכוז ובחינת פתרונות תשתית לשיפור בטיחותם של הולכי הרגל, על סמך הניסיון בארץ ובעולם. כמו כן, נערך סקר דעות מומחים בישראל לגבי יעילות האמצעים;
- ג. אבחון בעיות תשתית במוקדי תאונות הולכי הרגל שהתרחשו בישראל;
- ד. זיהוי פתרונות תשתית מבין סל הפתרונות שעשויים לתרום לשיפור בטיחות הולכי הרגל בתנאי הארץ.

2. ניתוח מפורט של תאונות הולכי רגל

אפיון וניתוח תאונות הולכי הרגל כללו מרכיבים אלה:

- א. השוואה פרטנית בין מאפייני תאונות קטלניות עם הולכי רגל בישראל ובמדינות האיחוד האירופי.
 - ב. מיפוי התופעה - בחינה פרטנית של מאפייני תאונות הולכי רגל בישראל, הן לגבי תאונות קטלניות והן לגבי יתר התאונות עם נפגעים (קשות וקלות).
 - ג. קביעת דפוסי תאונות טיפוסיים של היפגעות הולכי רגל בישראל, לגבי תאונות קטלניות ולגבי יתר התאונות עם נפגעים.
- לצורך ההשוואות הבינלאומיות שימשו נתוני הרוגים בשנת 2006. מיפוי מאפייני התאונות ופיתוח טיפולוגיה של דפוסי תאונות הולכי הרגל בישראל בוצעו על סמך נתוני התאונות בשנים 2003-2006 ובשלב מאוחר יותר נוספה שנת 2007 לניתוח.

ממצאי הניתוח עולה כי:

- רוב הולכי הרגל נהרגים **בדרך עירונית**. עם זאת, כרבע מהולכי הרגל בישראל (שליש במדינות אירופה) נהרגים בדרכים לא עירוניות. לעומת זאת, תאונות ברמות חומרה נמוכות יותר מתרחשות רובן (95%) בשטח עירוני.

- קרוב למחצית מהולכי הרגל ההרוגים (41%) ויותר ממחצית מהולכי הרגל הנפגעים (52%) נרשמו **בקטעי דרך עירונית**, ועוד 39% מהנפגעים ו- 27% מההרוגים נרשמו בצמתים עירוניים.

- רוב הולכי הרגל נפגעו **בעת חציית הכביש**. עם זאת, מעל חמישית מהולכי הרגל לא חצו כביש בעת התאונה (23% מהנפגעים ו- 19% מההרוגים).

- בקטעי דרך שעור הנפגעים שלא חצו גבוה במיוחד: 30% בקטעים עירוניים ו- 47% בקטעים לא עירוניים.

- מבין החוצים, כמחצית הפגיעות הקטלניות ארעו **לא במעבר חצייה בקטע דרך**.

- **במעבר חצייה בלי רמזור** ארעו כמחצית מהפגיעות הלא קטלניות וכרבע מהפגיעות הקטלניות.

- חציות שלא במעבר בקטע דרך מרכזות 28% מהפגיעות.

- כשליש מתאונות הולכי הרגל מתרחש בלילה, כאשר אחוז זה גבוה משמעותית (46%) בקרב הולכי הרגל ההרוגים (בדומה לממוצע מדינות אירופה).

- הן בין הולכי הרגל ההרוגים והן בין הנפגעים, קבוצת הסיכון העיקרית היא **בני 65+**, עם סיכון מרבי בקרב **קשישים בני 75+**.

- החלוקה לגברים/נשים בקרב נפגעים הולכי הרגל זהה לחלקם באוכלוסייה. לעומת זאת, בקרב הולכי הרגל הרוגים החלק היחסי של **גברים** גבוה משמעותית ועולה על חלקם באוכלוסייה.

- חלקה היחסי של **האוכלוסייה הערבית** בקרב הולכי רגל הרוגים גבוה יותר מאשר חלקה באוכלוסייה, בעוד שחלקה היחסי בקרב הולכי רגל נפגעים נמוך יותר מאשר חלקה באוכלוסייה.

ניתוח מסכם של **הרוגים הולכי רגל** בישראל, בשנים 2003-2006, הביא להגדרה של עשרה דפוסי תאונות, מתוכם חמישה עם ריכוזי תאונות גבוהים שהם:

* תאונה לא במעבר חצייה בקטע דרך עירונית בישוב יהודי/מעורב (35%);

* תאונה בקטע דרך לא עירונית דו-מסלולית (16%);

* תאונה במעבר חצייה בצומת עירוני בישוב יהודי/מעורב (12% מהמקרים);

* תאונה לא במעבר חצייה בצומת עירוני בישוב יהודי/מעורב (10%);

* תאונה בישוב ערבי (9%).

חלוקת הולכי רגל הרוגים בין דרך עירונית ולא עירונית בשנת 2007 הייתה דומה לשנים הקודמות, עם ירידה קלה באחוז ההרוגים בקטע דרך עירונית ועלייה בצמתים עירוניים.

3. ריכוז הניסיון הבינלאומי

ממצאי הספרות המקצועית מהעולם וממצאי המחקרים בארץ שימשו לבניית סיווג מקיף של אמצעי תשתית לשיפור בטיחות הולכי הרגל. סה"כ נמצאו כ-80 אמצעים אשר סווגו לפי שבע קבוצות:

- א. אמצעים פיזיים להולכי רגל בקטע דרך.
- ב. אמצעים פיזיים להולכי רגל באזור מעבר חצייה בקטע דרך.
- ג. אמצעים פיזיים לריסון תנועה ברחובות מאספים.
- ד. אמצעים פיזיים בצמתים.
- ה. מיתון תנועה.
- ו. רמזורים.
- ז. אמצעים אחרים (חינוך, אכיפה, הסברה, אמצעים טכנולוגיים ברכב).

לכל אמצעי הוכן ריכוז מידע לגבי תרומתו לבטיחות הולכי הרגל, במונחים של הפחתת תאונות הולכי רגל, הפחתת קונפליקטים בין הולכי רגל לכלי רכב ו/או הפחתת מהירויות הנסיעה של כלי הרכב, וכן, רמת ישימותו בתנאי הארץ (ראה טבלה 3.2 בגוף הדו"ח).

בנוסף, נערך סקר מומחים בארץ אשר התבקשו להביע את דעתם המקצועית לגבי יעילותם, הנצפית או המשוערת, של אמצעים שונים לשיפור בטיחות הולכי הרגל בתנאי הארץ. המומחים נבחרו מתחומי הנדסת תנועה ובטיחות בדרכים, עם ניסיון מעשי רב. בסקר השתתפו 17 מומחים אשר העריכו 78 אמצעים, מתוכם 62 מוכרים ומיושמים בארץ ו-16 אמצעים חדשים.

לפי דעות המומחים, האמצעים היעילים ביותר לשיפור בטיחות הולכי הרגל בתנאי הארץ הם:

בין האמצעים המיושמים בתנאי הארץ

- בין האמצעים הפיזיים להולכי רגל בקטע דרך- הקמת מדרכות ופינוי מדרכות ממכשולים להולכי רגל.
- בין האמצעים הפיזיים להולכי רגל באזור מעבר חצייה בקטע דרך - בניית מעבר עילי או תחתי להולכי רגל; הוספת אי מפלט; הסרת מטרדי ראות; הוספת אוזניים.
- בין האמצעים הפיזיים לריסון תנועה ברחובות מאספים - הקמת מפרדות בנויות.
- בין האמצעים הפיזיים בצמתים - הפיכת צומת למעגל תנועה; הקמת מפרדה מוגבהת לביטול פניות שמאלה; סגירת זרוע בצומת לכלי רכב.
- בין אמצעי מיתון התנועה - מדרחוב; פסי האטה; מעבר חצייה מוגבה; הצרה נקודתית של דרך; רחוב משולב.
- בתכנון רמזורים - פאזה בלעדית ירוקה להולכי רגל; אות ירוק להולכי רגל מופרד מהאות הירוק לרכב שבקונפליקט.

- בין האמצעים האחרים - אכיפת משטרה באזור בתי ספר; הסדרת אזור הורדת/העלאת ילדים לכלי רכב באזור בתי ספר; שיפור נראות הולכי רגל בשעות חשכה ע"י לבישת אביזרים מחזירי אור.

בין האמצעים שאינם מיושמים בארץ

- בין האמצעים באזור מעבר חצייה בקטע דרך - התקנת תאורה חכמה במעבר חצייה והתקנת מעבר חצייה חכם.
- בתכנון רמזורים - התקנת פנס ספירה לאחור להולכי רגל המראה את סוף זמן פינוי מעבר החצייה; פנס הולך רגל מהבהב באדום או בירוק בזמן פינוי מעבר החצייה; רמזור מעבר חצייה בקטע עם רמזורים מיוחדים בשיטה אנגלית.

בביצוע השוואה בין יעילות האמצעים על סמך ממצאי הספרות לבין מידת יעילותם לפי המומחים, נמצא שלגבי קבוצות אמצעים כגון: "אמצעים בקטע דרך", "אמצעים באזור מעבר חצייה בקטע דרך", "אמצעי ריסון במאספים", "מיתון תנועה" - קיימת התאמה גבוהה או גבוהה יחסית בין ממצאי הספרות ודעות המומחים. לעומת זאת, רמת התאמה בינונית נמצאה לגבי קבוצות האמצעים: "אמצעים פיזיים בצמתים", "רמזורים", ורמת התאמה נמוכה – לגבי קבוצת "אמצעים אחרים". סה"כ, לגבי כל האמצעים ביחד, קיימת התאמה גבוהה יחסית בין ממצאי הספרות והערכות המומחים.

4. בחינה הנדסית של מוקדי תאונות הולכי הרגל

לאבחון הנדסי של מאפיינים וליקויי תשתית שמתקשרים עם התרחשות תאונות הולכי הרגל, נערכו סיורי שטח במוקדי תאונות הולכי הרגל. הבדיקות נערכו ב- 95 מוקדי תאונות, בערים יהודיות ומערבות. מוקדי התאונות נבחרו מתוך ערים עם מדדים גבוהים יחסית של היפגעות הולכי הרגל ומתוך רשימה כלל-ארצית של צמתים וקטעי רחובות עם ריכוז תאונות גבוה. סיורי השטח כללו אבחון הנדסי של אתרי התאונות והסביבה, מדידות החתך הגיאומטרי ותצפיות התנהגות של משתמשי הדרך.

בקרב מוקדי התאונות זהו שש קבוצות של אתרים:

- א. מעברי חצייה בצמתים לא מרומזרים - 31 מוקדים.
- ב. מעברי חצייה בצמתים מרומזרים - 21 מוקדים.
- ג. מעברי חצייה במעגלי תנועה - 14 מוקדים.
- ד. מעברי חצייה בצומת עם מפרדה רציפה - 14 מוקדים.
- ה. מעברי חצייה בקטע דרך - 11 מוקדים.
- ו. קטעי דרך ללא מעברי חצייה - 4 מוקדים.

בניתוח נתוני השטח נמצא כי מרבית מוקדי התאונות ממוקמים ברחובות רב-נתיביים עתירי תנועה, שנמצאים רובם במרכזים עירוניים. מבחינת בעיות תשתית במוקדי התאונות עולה כי ברבע ממוקדי התאונות יש ליקויי תשתית בטיחותיים בסיסיים.

בין בעיות הבטיחות שזוהו באתרים בנושאי תשתית ו/או בהתנהגות משתמשי הדרך, היו:

- העדר "אוזניים" בכרבע מהצמתים.

- מפרדה צרה בכרבע מאזורי ההמתנה של הולכי הרגל.
- מהירויות נסיעה גבוהות, בעיקר בקטעי רחובות עם שניים או יותר נתיבי נסיעה לכיוון.
- חצייה מפוצלת וזמני המתנה ארוכים להולכי רגל בצמתים מרומזרים.
- חציית הולכי רגל באדום.
- בעיות נראות של מעברי החצייה.
- היעדר תמרורים ייעודיים (ג-7, ה-8) במעברי החצייה.

כמו כן, בקרב מוקדי התאונות נמצא ייצוג גבוה יחסית של הסדרים אלה:

- מעגלי תנועה בדרכים רב-נתיביות.
- מעבר חצייה לא מרומזר הממוקם בסמיכות לצמתים מרומזרים.
- מופע משותף לרכב פונה ולהולכי רגל בצמתים מרומזרים.

יצוין שהבעיות האופייניות למעברי חצייה לא מרומזרים היו דומות באתרים מסוג צומת, כולל צומת עם מפרדה רציפה, מעגל תנועה וקטע דרך, כאשר אופיין תלוי בעיקר במספר נתיבי הנסיעה בדרך (דרך רב-נתיבית לעומת דו-נתיבית דו-סטריית) ולא בסוג ההסדר.

5. פתרונות תשתית לשיפור בטיחות הולכי הרגל בתנאי הארץ

בשלב האחרון של המחקר נערכה הצלבה בין בעיות הבטיחות שזוהו במוקדי תאונות הולכי הרגל לבין אמצעי התשתית המתאימים לטיפול בבעיות. טבלאות 5.1-5.5 בגוף הדו"ח מרכזות ממצאים אלה בהתאם לסוגי ההסדרים: מעברי חצייה לא מרומזרים בדרכים רב-נתיביות, מעברי חצייה לא מרומזרים בדרכים דו-סטריית דו-נתיביות, צמתים מרומזרים, מעברי חצייה במעגלי תנועה וקטעי דרך ללא מעברי חצייה.

פתרונות תשתית שמוכרים בארץ והמומלצים לשימוש למען שיפור בטיחות הולכי הרגל הם:

* בדרכים עירוניות המיועדות להעברת תנועה רבה במהירויות נסיעה גבוהות – תכנון עירוני ותחבורתי נכון, המונע מצב של צורך בחציית הולכי רגל את הדרך העורקית. במידה וקיים ביקוש לחצייה, הרי רק הפרדה בזמן באמצעות רמזור, או הפרדה במרחב באמצעות מעבר תחתי או עילי הינן פתרון מתאים.

* ברחובות רב-נתיביים עם מעברי חצייה לא מרומזרים – ישום אמצעי ריסון תנועה לאורך הדרך או אמצעי ריסון תנועה נקודתיים ליד מעברי חצייה, יחד עם אמצעים להבלטת מעברי החצייה. כאמצעי ריסון תנועה לאורך הדרך משמשים: צמצום מספר נתיבים, הצרת נתיבים, הצריות מיסעה באמצעות "אוזניים" למפרצי חנייה ולמפרצי תחנות אוטובוס, ובמקרים מיוחדים, פסי האטה.

אמצעים לריסון נקודתי הם: הפיכת צומת למעגל תנועה חד-נתיבי; הקמת מעבר חצייה מוגבה; הקמת צומת מוגבה כולל מעברי חצייה.

להבלטת מעבר חצייה משמשים אמצעים אלה: הסרת מטרדי ראות, בניית "אוזניים", שיפור תאורת המעבר, הוספת פנסים מהבהבים עיליים/ צידיים בנוסף לתמרורים, תמרורי מעבר

חצייה עיליים מאירים ומוארים, סמנים פולטי אור המותקנים במיסעה והמופעלים על ידי הולך רגל ("מעבר חצייה חכם").

* ברחובות דו-סטריים דו-נתיביים עם מעברי חצייה לא מרומזרים - הקמת אי מפלט בשטח מעבר החצייה, בניית מפרדה לאורך הרחוב, הפיכת צומת למעגל תנועה חד-נתיבי.

* בצמתים מרומזרים ניתן לשפר בטיחות הולכי רגל במעברי החצייה על ידי טיפול במופעים משותפים לרכב פונה ולהולך רגל חוצה, ושימוש באמצעים המצמצמים חציות הולכי רגל באדום. האמצעים לטיפול במופע המשותף הם: ביטול מופע משותף והפעלת מופע בלעדי להולכי רגל; ביטול מופע משותף על ידי שינוי בתוכנית הרמזור ותכן גיאומטרי של הצומת; הקדמת ירוק להולכי רגל מספר שניות לפני מופע הירוק לרכב.

האמצעים לצמצום חציות הולכי רגל באדום הם: קיצור אורך המחזור; ביטול גלים ירוקים בשעות השפל; שינוי תוכניות רמזור למען מזעור המתנות הולכי הרגל; הוספת אות קולי למופע הולכי רגל.

* במעברי חצייה במעגלי תנועה נמצא שמעגלי תנועה דו-נתיביים עם מעברי חצייה צמודים לכניסות וליציאות אינם מהווים הסדר בטיחותי להולכי הרגל החוצים. לפיכך, מומלץ לא ליישם הסדר תנועה זה. ההסדר המועדף הינו מעגל תנועה חד-נתיבי או צומת מרומזר (כאשר נפחי התנועה אינם מתאימים למעגל החד-נתיבי). במעגלי תנועה חד-נתיביים יש למנוע ליקויים כגון: עטרה נמוכה, רדיוס הנסיעה הישרה גדול מידי, מידות הכניסה למעגל גדולות מידי (יש לתקן את ההנחיות).

* בקטעי דרך עם ביקושים לחצייה ללא מעברי חצייה מוסדרים - יש לנקוט באמצעים להקלת החצייה כגון: הסדרת מעבר חצייה מסוג המתאים לאתר, בניית מפרדה. במידה והביקוש לחצייה נמוך יש לנקוט באמצעים למניעת החצייה כגון: הקמת גדרות הולכי רגל לאורך מפרדה או לאורך מדרכה.

בנוסף, קיימים אמצעי תשתית שאינם מיושמים בארץ אך נמצאים בשימוש או מומלצים לשיפור בטיחות הולכי הרגל במדינות השונות. אמצעים אלה מומלצים לבדיקה באמצעות ערכת ניסויי שטח מבוקרים בתנאי הארץ, והם כוללים:

א. אמצעים לשיפור בטיחות במעברי חצייה לא מרומזרים:

- "תאורה חכמה": התקנת תאורה בעוצמה גבוהה מעל מעברי חצייה. התאורה מופעלת על ידי הולך הרגל הלוחץ על לחצן, או באמצעות מתקן אוטומטי המזהה את הולך הרגל. התאורה, בעוצמה גבוהה, נשארת דלוקה כל עוד הולכי רגל נמצאים במעבר החצייה.

- פנסים חכמים בצורת עיניים וציון כיוון חציית הולך רגל: פנסים מיוחדים משני צידי המעבר המיועדות לנהגים. הפנסים מופעלים על ידי הולך הרגל באמצעות לחצן או גלאי המזהה את הולך הרגל. בפנסים המופעלים תצוגות של עיניים מונפשות, המשוטטות מצד לצד ומזהירות נהגים מפני הנוכחות של הולכי רגל במעבר חצייה. התצוגה כוללת גם סימון של כיוון חציית הולך הרגל.

- סימון זיגזג על פני המיסעה בגישה למעברי חצייה: פרוש הסימון - הזהרת נהגים מפני מעבר חצייה, איסור מעבר נתיב ואיסור חנייה. סימון זה בלעדי למעברי חצייה והוא משמש אמצעי נוסף לאמצעים האחרים להדגשת המעבר לעיני הנהג המתקרב.

- פס עצירה מקדים למעברי חצייה בדרכים רב-נתיביות: בקטעים ובצמתים עם מסלולים רב-נתיביים, בהם מסומנים מעברי חצייה לא מרומזרים ייתכנו מצבים בהם רכב אחד עוצר סמוך למעבר חצייה וחוסם את שדה הראיה לנהג הרכב בנתיב הסמוך, והתוצאה מכך, שהוא אינו מבחין בהולך הרגל החוצה. כדי למנוע מצב מסוכן זה, ניתן לסמן קו עצירה לכלי רכב לפני מעבר החצייה במרחק של בין 7 מ' לבין 16 מ', כדי להבטיח שנהגים בכל הנתיבים יבחינו בהולך הרגל החוצה.

- סמנים פולטי אור במיסעה המותקנים לרוחב מעבר החצייה: סמנים אלו פועלים בלילה, על פני המיסעה לרוחב מעבר החצייה ובכך מבליטים את סימון מעבר החצייה.

ב. אמצעים הקשורים לרמזורים:

- רמזור מיוחד למעבר חצייה כדוגמת PELICAN או PUFFIN האנגלים: במטרה למזער את הפסדי הזמן לרכב ברמזור דל תנועת הולכי רגל, משתמשים באנגליה בשני סוגים ייחודיים. רמזור מסוג PELICAN כולל פנסים לרכב, פנסים להולכי רגל משני צידי המעבר, ולחצני הולכי רגל המורכבים על שני עמודים; מופע הולך רגל מתוזמן רק על פי דרישה. לאחר מופע הולך הרגל, פנסי רמזור הרכב מהבהבים בצהוב מספר שניות. במשך ההבהוב, אם מעבר החצייה פנוי, מותר לנהג להתחיל בנסיעה. ברמזור מסוג PUFFIN, לא ממוקם פנס הולכי רגל בצד הרחוק של מעבר החצייה, אלא ליד הלחצן. כמו כן, מותקנים גלאי נוכחות לזיהוי דרישת הולכי רגל לחצייה וגלאי נוכחות על מעבר חצייה להארכת מופע הולכי רגל.

- הבהוב פנס אדום להולכי רגל בזמן פינויים בצומת מרומזר: פירושו איסור להולך הרגל להתחיל בחצייה, אך הוא יכול להמשיך בחצייה עד שיפיע האות האדום הקבוע.

- פנס ספירה לאחור להולכי רגל, המתחיל לפעול במופע הירוק ומתאפס בסוף זמן הפינוי: אמצעי זה נועד ליידע את הולך הרגל על הזמן (בשניות) שנותר לו להשלמת החצייה.

- פנס ספירה לאחור להולכי רגל, הפועל במופע אדום והמתאפס בתחילת ירוק: אמצעי זה נועד ליידע את הולך הרגל כמה זמן נותר לו להמתין עד תחילת החצייה.

- גלאי הולך רגל המאריך זמן פינוי בצומת מרומזר: המערכת מופעלת כל עוד הולך רגל חוצה את מעבר החצייה, ועל כן יכולה להאריך את זמן הופעת האור הירוק ברמזור הולכי רגל.

- גלאי הולכי רגל לזיהוי דרישה למעבר חצייה, במקום לחצן דרישה: החלפת לחצני דרישה בגלאי אוטומטי לזיהוי הולך רגל.

6. הצורך בגישה מערכתית

מממצאי המחקר עולה שמחד, ניתן לשפר בטיחות הולכי הרגל על-ידי הגברת השימוש באמצעי תשתית המוכרים בארץ, ומאידך, יש מקום לבדיקת יעילותם בתנאי הארץ של אמצעי תשתית מתקדמים המוכרים במדינות האחרות.

עם זאת, מבחינת אתרי התאונות עולה שעיקר בעיית בטיחות הולכי הרגל בעיר ממוקדת ברחובות עתירי תנועה רב-נתיביים שנמצאים במרכזי ערים. כמו כן, בחלק ממוקדי התאונות לא אובחנו ליקויים מהותיים בהסדרי התשתית. לכן, על מנת לחולל שינוי מהותי במצב היפגעות הולכי הרגל בשטח עירוני נדרש שינוי גישה - מעבר מטיפול נקודתי לטיפול מערכתי בבעיה.

יש מקום לבחינה ושינוי מערכתי של רשת הדרכים העירונית, במטרה למזער את אזורי החינוך בין הולכי רגל וכלי הרכב ו/או למתן משמעותית את מהירויות הנסיעה של כלי הרכב באזורי הימצאות ופעילות של הולכי הרגל.

הנחת היסוד בגישה המערכתית הינה יצירת תנאים פסיים בהם הן ההסתברות לתאונת פגיעה בהולך הרגל והן חומרת הפגיעה ירדו באופן משמעותי. גישה זו אומצה בעבר ע"י מדינות רבות, כולל ישראל, בהתייחס לשכונות מגורים. המגבלות הפיזיות של גוף האדם אשר לא משאירות סיכויים רבים להולך הרגל, כאשר מהירות הרכב בעת הפגיעה עולה על 30 קמ"ש, מחייבות התייחסות דומה גם לאזורים עם פעילות רבה של הולכי הרגל במרכזים עירוניים שלא בשכונות המגורים.

בחינת המצב מזווית הראייה של בטיחות מביאה לפתרונות מערכתיים של הפרדה במקום בין הולכי הרגל וכלי הרכב, המאפשר מיתון מהירויות הנסיעה בקטעי הרחובות עם פעילות רבה של הולכי הרגל. גישה זו לתכנון רחובות בערים כבר מצאה ביטוי במסמכים מנחים של מדינות עם מחויבות גבוהה לבטיחות כגון: הולנד, אנגליה, והיא מקודמת גם בהנחיות החדשות לתכנון רחובות בערים (2008) שפורסמו בישראל.

הגישה התכנונית לטובת משתמשי דרך פגיעים במרכזים העירוניים תחייב בחינה מערכתית כוללת של רשת הדרכים בעיר שבמסגרתה ייקבעו תפקידים עיקריים לדרכים ולרחובות. באותם קטעי הרחובות בהם מתקיימת פעילות רבה של הולכי הרגל, נדרשת התערבות במתן עדיפות להולכי הרגל, מיתון מהירויות הנסיעה של כלי הרכב לאורך הרחוב וצמצום נפחי התנועה של כלי הרכב על ידי סלילת צירי תנועה חלופיים, כגון, רחובות העוקפים את מרכז העיר. פתרון חלופי שניתן ליישום הינו יצירת הפרדה פיזית בין תחומי פעילות הולכי הרגל ותחומי הנסיעה, כחלק מהתכנון העירוני הכולל.

7. סיכום

היות ואחוז תאונות הולכי הרגל בישראל הינו גבוה - מעל 30% מההרוגים בתאונות דרכים בארץ הם הולכי רגל, יש לעשות כל מאמץ להפחתת שיעור זה.

מוקד בעיית הולכי הרגל הינה ברחובות מרכזיים בערים, שם מתקיימת פעילות רבה של הולכי רגל בשילוב תנועה סואנת ומהירה של כלי רכב.

פתרונות התשתית שמתאימים לטיפול בבעיה הם רבים ומגוונים ומתוכם מומלץ להתמקד בשלוש קבוצות:

א. גישה מערכתית המונעת מראש קונפליקטים בין כלי רכב והולכי רגל, וזאת ע"י מערכת דרכים המוציאה תנועה עוברת מלב הערים והמאפשרת להולך הרגל להיות דומיננטי יותר במערכת התחבורה הפנים-עירונית.

ב. שימוש אינטנסיבי יותר בכלל אמצעי התשתית הנקודתיים הידועים והאפשריים בארץ, ובעיקר באלה המקטינים את חשיפת הולכי הרגל, המגדילים את נראותם והמפשטים והמפרידים בזמן ובמרחב את תהליך החצייה. לשם כך יש להגביר את המודעות והידע של אנשי המקצוע ואנשי הציבור ולהפנות תקציבים למטרה זו.

ג. ערכת ניסויים מבוקרים עם האמצעים המוכרים בחו"ל ועדיין אינם מקובלים בארץ. חלק מאמצעים אלה פשוטים ביותר וחלקם מתוחכמים, וכולם דורשים ניסוי ובדיקה, ולאחר מכן אימוצם בתקנות התעבורה ובהנחיות התכנון. בקבוצה זו יש פוטנציאל רב להפחתת תאונות הדרכים עם הולכי רגל, ויש להיערך בהקדם לניסוי.

בניסויי שדה בתנאי הארץ מוצע לבחון את אמצעי התשתית הבאים:

1) אמצעים המיועדים למעברי חצייה לא מרומזרים:

- מעברי חצייה מוגבהים ברחובות מאספים עתירי תנועה.
- איי מפלט למעברי חצייה בצמתים ובקטעי דרך ברחובות חד-מסלוליים.
- תאורה חכמה.
- פנסי עיניים זזות.
- סימוני זיגזג בצידי נתיבי נסיעה בסמוך למעברי חצייה.
- פס עצירה מקדים למעבר חצייה בקטע דרך דו-מסלולית.

2) אמצעים המיועדים למעברי חצייה מרומזרים:

- רמזורים מיוחדים למעברי חצייה בקטעי דרך כדוגמת PUFFIN / PELICAN.
- הבהוב אדום להולכי רגל בזמן פינוי מעבר החצייה.
- רמזור ספירה לאחור להולכי רגל בזמן פינוי מעבר החצייה.
- רמזור ספירה לאחור להולכי רגל בזמן המופע האדום.
- גלאי הולך רגל במקום לחצן דרישה.
- גלאי הולך רגל המאריך את משך פינוי מעבר החצייה עקב נוכחות הולך רגל על המעבר.
- מופע בלעדי להולכי רגל בצומת.
- הקדמת מופע הולך רגל למופע רכב משותף.

רוב אמצעים אלה אינם מעוגנים בתקנות התעבורה בישראל, ולכן, נדרש ניסוי מבוקר, שיאפשר הסקת מסקנות באשר ליעילות וכדאיות אמצעים אלה בתנאי הארץ, על מנת לאמץ את היעילים שבהם ולעגן אותם בתקנות ובהנחיות.

1. מבוא

1.1. בעיית היפגעות הולכי רגל בתאונות הדרכים בישראל

מדי שנה, יותר מ-1.17 מיליון אנשים נהרגים בתאונות הדרכים בעולם, מתוכם 65% (מעל 760 אלף) הם הולכי רגל (World Bank, 2008). בשנת 2006, בארה"ב נהרגו בתאונות דרכים 4784 הולכי רגל, ביפן – 2363, בהולנד – 66, בישראל – 139; סה"כ בשנת 2006, במדינות ה-OECD¹ נהרגו בתאונות הדרכים 15869² הולכי רגל (IRTAD, 2008).

בישראל, נפגעים הולכי רגל מהווים חלק משמעותי מכלל הנפגעים בתאונות הדרכים, כאשר שיעור הולכי הרגל גבוה במיוחד בקרב הרוגים בתאונות. בשנת 2007, בתאונות הדרכים בישראל נהרגו 124 הולכי רגל, שהיוו כ-31% מכלל ההרוגים בתאונות. באותה השנה, בתאונות הדרכים נפגעו סה"כ 3087 הולכי הרגל שהיוו 9.4% מכלל הנפגעים בתאונות (טבלה 1.1).

ניתן להבחין בטבלה 1.1 שהמספר השנתי של הרוגים הולכי הרגל בישראל ירד לאורך השנים, מכ-180 באמצע שנות ה-90 עד כ-130 בשנים האחרונות; כמו כן, בעשור האחרון, סה"כ מספר הנפגעים הולכי הרגל ירד מכ-4500 לכ-3000, בשנה. עם זאת, ירידות אלה במספרי הולכי הרגל שנפגעו ונהרגו בתאונות הדרכים, מתקשרות בעיקר עם המגמה הכללית של ירידה בהיקף ההרוגים והנפגעים בתאונות הדרכים בישראל, כאשר חלקם היחסי של הולכי הרגל מקרב כלל ההרוגים והנפגעים לא השתנה משמעותית במהלך השנים. ניתן לראות בטבלה 1.1 כי, לאורך השנים, שיעור נפגעים הולכי רגל היה יציב יחסית והיווה 8%-9% מכלל הנפגעים בתאונות הדרכים, בעוד ששיעור הרוגים הולכי הרגל היה תמיד גבוה - מעל 30% מסך ההרוגים בתאונות הדרכים.

טבלה 1.1. הולכי רגל נפגעים והרוגים בתאונות דרכים בישראל, בשנים 1997-2007.

1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
כלל הנפגעים והרוגים											
47,451	49,290	45,503	40,278	37,589	38,204	37,080	36,919	35,473	35,903	32,805	סה"כ נפגעים
530	548	476	461	542	525	451	480	448	414	398	סה"כ הרוגים
הולכי רגל נפגעים והרוגים											
4,568	4,341	3,803	3,466	2,995	2,945	2,991	2,997	3,039	3,229	3,087	הולכי רגל נפגעים
180	200	167	172	172	176	163	175	134	139	124	הולכי רגל הרוגים
אחוז הולכי רגל נפגעים והרוגים מכלל נפגעים והרוגים											
9.6	8.8	8.4	8.6	8.0	7.7	8.1	8.1	8.6	9.0	9.4	אחוז הולכי רגל נפגעים
34.0	36.5	35.1	37.3	31.7	33.5	36.1	36.5	29.9	33.6	31.2	אחוז הולכי רגל הרוגים

מקור: למ"ס, 2007; מחולל לוחות, 2008.

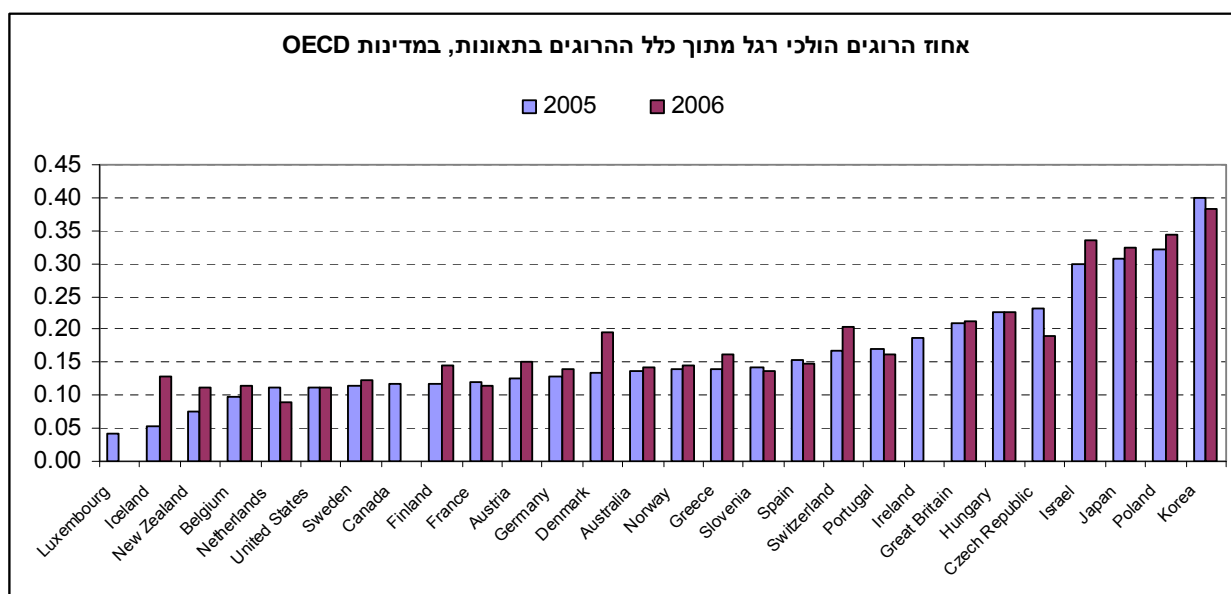
שיעור הרוגים הולכי רגל מבין כלל ההרוגים בתאונות גבוה יותר בישראל לעומת רוב המדינות האחרות. מבחינת נתוני הרוגים בתאונות במדינות חברות בארגון ה-OECD עולה (ציור 1.1) שאחוז

¹ Organisation for Economic Co-operation and Development

² המספר מתייחס ל-25 מדינות שסיפקו את נתוני התאונות ואינו כולל ארבע מדינות: קנדה, איטליה, אירלנד, לוקסמבורג.

הרוגים הולכי רגל גבוה יותר בישראל לעומת רוב מדינות הארגון וששיעור דומה (או גבוה יותר) של הרוגים הולכי הרגל נמצא בשלוש מדינות בלבד שהן: יפן, פולין וקוריאה.

ממצא זה ויציבותו לאורך זמן מעוררים תהיות רבות, בייחוד על רקע מדדי בטיחות כלליים כגון: שיעור הרוגים לאוכלוסיה, אשר נמוך בישראל יחסית לרוב מדינות ה-OECD וכן, שיפור במצב הבטיחות בישראל בשנים האחרונות. אחוז כה גבוה וחריג של הולכי הרגל מתוך כלל הרוגים בתאונות בישראל אינו יכול להיחשב ל-"נורמאלי" או "סביר". סוגיה זו נדונה בוועדות שונות בתחום הבטיחות בדרכים, כולל ועדת שיינין (2005) אשר התוותה את התוכנית הלאומית לבטיחות בדרכים לתקופה הנוכחית. הצפייה הינה שהקטנת מספרי ההרוגים והנפגעים בקרב הולכי הרגל תשפר את מצב הבטיחות בכללותו ותביא לירידה בסך הנפגעים וההרוגים בתאונות במדינה.



מקור: IRTAD, 2008

ציור 1.1. אחוז הרוגים הולכי רגל במדינות ה-OECD ובישראל, בשנים 2005-2006.

1.2. גורמים עיקריים להיפגעות הולכי הרגל

הולכי הרגל פגיעים יותר לעומת משתמשי דרך אחרים: הם חלשים יותר מכלי הרכב מבחינה פיזית, ומשקלם קטן משמעותית ממשקל הרכב. בעולם, בעיית משתמשי דרך פגיעים (הולכי רגל, רוכבי אופניים ואופנועים) מוכרת ברוב המדינות המפותחות (ETSC, 1999), כאשר בעיית היפגעות הולכי הרגל ככלל חמורה עוד יותר במדינות הלא מפותחות (בייחוד, בתחילת התפתחותם הכלכלית אשר מביאה לעליה ברמת המינוע).

מקור בעיית הבטיחות של הולכי הרגל מזוהה עם העובדה שהיסטורית, מערכות התחבורה תוכננו מנוקדת מבטו של המשתמש ברכב, ללא התחשבות בצרכים של ההולכים ברגל. המודעות לבעיית בטיחות הולכי הרגל התגברה בעשורים האחרונים והיא הביאה לפיתוח תפיסה של מיתון תנועה באזורי פעילות הולכי הרגל ולקידום פתרונות שונים להפרדה בזמן ובמקום בין רכב ממונע והולכי הרגל.

כאמור, פגיעות גבוהה של הולך הרגל נובעת מהיעדר מיגון וממשקלו הקל יותר לעומת כלי הרכב. מכאן, רגישותו הגבוהה למהירות הנסיעה של כלי הרכב בעת התנגשות בו, כאשר ההסתברות להיפגע באופן קשה או קטלני עולה עם עליה במהירות הפגיעה. בחקירות לעומק של תאונות הולכי הרגל במספר מדינות נמצא כי 90% מהולכי הרגל ישרדו פגיעת מכונית במהירות של 30 קמ"ש, בעוד שרק 20% ישרדו את אותה הפגיעה במהירות של 50 קמ"ש; במהירויות 40-45 קמ"ש הסיכוי של הולך רגל לשרוד נמצא בסביבות 50% (OECD, 2006). בנוסף, חומרת ההשלכות תלויה בגיל ומצבו הפיסי של הנפגע, כאשר, בתנאים דומים, אנשים זקנים לרוב ייפגעו באופן חמור יותר מאשר אנשים צעירים.

מניתוח ממצאים של מדינות שונות עולה שלהתנהגות הולכי הרגל ניתן לייחס תכונות מסוימות כגון: גמישות (הולך הרגל חופשי בבחירת מסלול הליכתו לעומת כלי רכב אשר אמור לנסוע בשטח הכביש בלבד), אי מיקוד (תשומת לבו של הולך הרגל לא תמיד מרוכזת בתנועה), אי אחידות של יכולות (יכולת הריכוז והשפיטה של המצב בדרך נמוכה יותר בקרב ילדים וזקנים; לחלק מהולכי הרגל קיימות מגבלות פיזיות, וכו'), חוסר נראות בתנאי דרך וסביבה מסוימים (ETSC, 1999; Harkey & Zegeer, 2004). תכונות אלה של אוכלוסיית הולכי הרגל מחזקות את חוסר ההומוגניות של התופעה ומגבירות את מורכבותה. כתוצאה, לא קיים פתרון אחד ואפילו לא קבוצת פתרונות אחת לטיפול בבעיה אלא נדרשת פעילות משולבת תוך כדי השפעה על מגוון מרכיבי המערכת שהם: הנהג, הרכב, התשתית, הסביבה והולך הרגל.

בבחינת מאפייני תאונות הולכי הרגל במדינות השונות נמצאו תכונות משותפות רבות וביניהן: מעורבות גבוהה בתאונות אלה של ילדים וקשישים; הנטייה להיפגעות גבוהה יותר בקרב אנשים עם רקע כלכלי-חברתי נמוך יותר; העובדה שחלק ניכר ממקרי פגיעה קשים וקטלניים נרשמים לא בשטח מעברי חצייה מוסדרים; תופעת הולכי רגל שהיו תחת השפעת אלכוהול; ילדים שמשחקים בסמוך לשטח הדרך או מתפרצים לכביש; חוסר נראות של הולכי הרגל בשעות הלילה (OECD, 1998; Harkey & Zegeer, 2004; Martin, 2006).

Fontaine & Gourlet (1997) בחנו דוחות של תאונות הולכי רגל קטלניות בצרפת ופיתחו סיווג מפורט של תאונות אלה. דפוסי תאונות עיקריים שנתגלו במחקר זה הם: תאונות של הולכי רגל מבוגרים (בעיקר, נשים, בנות 65 ומעלה) שנפגעים בעת חציית דרך עירונית (42%); תאונות הולכי רגל שמתרחשות בלילה, בשטח כפרי, עם רמת אלכוהול גבוהה בדם של הולך הרגל (34%); תאונות בקרב הולכי רגל צעירים (עד גיל 15) שעוברים או משחקים בשטח הדרך (13%); תאונות בהן אירע איבוד שליטה ברכב והתנגשות בעצם דומם לפני או אחרי פגיעה בהולך רגל (11%).

במחקר אוסטרלי (Anderson et al, 2008) נמצא שב-40% מהתאונות עם מעורבות הולכי רגל, רמת האלכוהול בדם של הולך הרגל הייתה גבוהה מהמותר. גם בארה"ב שימוש באלכוהול נמצא כגורם קריטי למעורבות הולכי רגל בתאונות דרכים: 37%-44% מבין הולכי הרגל המעורבים בתאונות נמצאו עם רמת אלכוהול גבוהה מהמותר (Harkey & Zegeer, 2004).

על סמך המחקרים שנערכו בבריטניה, Martin (2006) הצביע על מספר גורמים בהתנהגות הולכי הרגל שמתקשרים עם היפגעות גבוהה יותר של הולכי הרגל בתאונות הדרכים, כגון: בחירה לא נכונה

של מקום החצייה; אי-ציות לחוקי תנועה במעברי חצייה; מהירות נמוכה של החצייה; התעלמות מתנועת כלי הרכב בעת החצייה; שימוש באלכוהול בקרב הולכי הרגל.

מחקר שבוצע במדינות האיחוד האירופי (ETSC, 1999) סיכם מאפיינים עיקריים של תאונות הולכי רגל ומצא כי כלי רכב מהווים סיבה לפגיעה בהולך רגל ביותר מ-90% מתאונות אלה. כ-50% מהתאונות הקטלניות של פגיעה בהולכי הרגל התרחשו בעת חציית כביש; כ-25% נוספים - בעת עלייה או ירידה לאוטובוס/מכונית; יתר התאונות - בעת הליכה, משחק, ריצה או עבודה על הכביש. נמצא כי מרבית התאונות הקטלניות עם הולכי הרגל לא התרחשו במעברי חצייה מסומנים. כמו כן, מרבית הולכי הרגל והנהגים הכירו אתרים שבהם התרחשו התאונות.

המאפיינים והגורמים לתאונות הולכי הרגל שנלמדים מניתוח נתוני התאונות מאפשרים להבין בצורה טובה יותר את נסיבות הפגיעה ומכאן, להתאים אמצעי התערבות למניעת תאונות דומות. הספרות מתייחסת למגוון רחב של אמצעים ופעילויות התערבות אשר מכוונים למרכיבים שונים של המערכת, כגון: התשתית, הסביבה, הנהג, הרכב והולך הרגל.

אסטרטגיות עיקריות להורדת היפגעות בקרב הולכי הרגל הן (ETSC, 1999):
* *ניהול תנועה* באמצעות הפרדה בין משתמשי דרך שונים, על מנת לצמצם סיכוי לקונפליקטים פוטנציאליים בין משתמשי הדרך;

* *יצירת תנאים בטוחים יותר* לשימוש משולב במרחב הדרך ע"י משתמשי דרך שונים, באמצעות מיתון מהירויות הנסיעה, הגברת נראות של הולכי הרגל וכלי הרכב, ושימוש באמצעים טכנולוגיים בתוך הרכב;

* *שינוי התנהגות הנהגים* באמצעות מתן מידע, הכשרת הנהגים ואכיפה של חוקי התנועה;

* *הסברה להולכי הרגל* - מתן מידע והכוונת הולכי הרגל לשימוש במסלולי הליכה בטוחים יותר וכן, עידודם לנקוט בצעדים שיפחיתו את סיכונם למעורבות בתאונות;

* *מיתון השלכות* - הורדת חומרת פגיעה בהולכי הרגל, באמצעות עיצוב סלחני יותר של חזית הרכב ועידוד שימוש בצידוד מגן;

* *שינוי גישה תכנונית* במרחב העירוני, תוך מתן עדיפויות לצרכים של משתמשי דרך פגיעים יותר.

1.3. נושאי הדו"ח

בעיית היפגעות הולכי הרגל בתאונות הדרכים חמורה בארץ ומוכרת במדינות רבות בעולם. עם זאת, בספרות המחקרית בעולם הצטבר מידע וידע רב לגבי יעילותם של שיפורי תשתית שונים לצמצום היפגעותם של הולכי הרגל. פתרונות אלה חלקם מוכרים בארץ, חלקם מיושמים "בגרסא הישראלית" וחלקם אינם מוכרים כלל. לכן, נדרשת בחינה מקיפה של מצב הידע הקיים בנושא, מחד, ושל תופעת תאונות הולכי הרגל בישראל, מאידך, על מנת לאפיין תופעה זו ולזהות פתרונות תשתית שעשויים להועיל לצמצום היקף וחומרה של תאונות הולכי הרגל בתנאי הארץ.

למחקר הנוכחי הוגדרו מספר מטרות שהן:

- (1) אפיון מפורט של תאונות פגיעה בהולכי הרגל בישראל, כולל השוואות בינלאומיות, על מנת לזהות מאפיינים עיקריים וליצור טיפולוגיה של דפוסי תאונות אלה, בתנאי הארץ;
- (2) ריכוז ובחינת פתרונות תשתית לשיפור בטיחותם של הולכי הרגל, על סמך הניסיון הבינלאומי;
- (3) אבחון בעיות תשתית במגוון רחב של מוקדי תאונות הולכי הרגל שהתרחשו בישראל;
- (4) זיהוי פתרונות תשתית שעשויים לתרום לשיפור בטיחות הולכי הרגל, בתנאי הארץ.

פרק 2 של הדו"ח מציג ממצאים מניתוח מפורט של תאונות הולכי הרגל בישראל. הניתוח כולל: השוואת מאפייני היפגעות הולכי הרגל בישראל עם מדינות האיחוד האירופי; מיפוי מאפיינים עיקריים של תאונות הולכי הרגל בישראל ובניית טיפולוגיה של דפוסי תאונות הולכי הרגל. דפוס תאונות הולכי הרגל מוגדר בשני מישורים: עבור הולכי רגל הרוגים ועבור הולכי רגל נפגעים (באורח קשה או קל).

פרק 3 של הדו"ח מביא ריכוז של ממצאי הספרות המקצועית מהעולם וממצאי המחקרים בארץ אשר שימשו לבניית סיווג מקיף של אמצעי תשתית לשיפור בטיחות הולכי רגל. סה"כ נמצאו כ-70 אמצעי תשתית אשר סודרו לפי שבע קטגוריות, כאשר לכל אמצעי מובא ריכוז מידע לגבי מידת יעילותו הבטיחותית. בנוסף, מוצגים תוצאות של סקר מומחים בארץ אשר התבקשו להביע את דעתם לגבי יעילותם (הנצפית או המשוערת) של אמצעי תשתית שונים לשיפור בטיחות הולכי הרגל בתנאי הארץ.

פרק 4 מציג ממצאים מאבחון הנדסי של מוקדי תאונות הולכי הרגל בישראל. מוקדי התאונות נבחרו בכל הארץ, מתוך ערים (יהודיות ומעורבות) עם מדדים גבוהים של היפגעות הולכי הרגל וכמו כן, מתוך רשימות צמתים וקטעי רחובות שמזוהים עם ריכוזים גבוהים של תאונות הולכי הרגל. בבחינה נכללו 95 אתרים שבהם נערכו סיורי שטח, מדידות ותצפיות, על מנת לתעד מאפייני תשתית והתנהגות משתמשי הדרך וכן, לזהות ליקויי תשתית שמתקשרים עם התרחשות תאונות הולכי הרגל. לבסוף, בוצעה הצלבה בין ההסדרים וליקויי התשתית שנמצאו במוקדי תאונות הולכי הרגל בישראל לבין אמצעי התשתית שרוכזו מהספרות, על מנת להצביע על פתרונות תשתית בטיחותיים שעשויים לתרום לצמצום תאונות הולכי הרגל בתנאי הארץ.

פרק 5 מביא סיכום לממצאי המחקר: בהתבסס על ממצאי הספרות המקצועית, מחד, ואבחון אתרי תאונות הולכי הרגל בארץ, מאידך, מוצגים פתרונות תשתית בטיחותיים שמתאימים ליישום בהסדרים להולכי הרגל בתנאי הארץ. כמו כן, מוצגת רשימה של פתרונות תשתית חדישים לשיפור בטיחות הולכי הרגל שמומלצים לבדיקה באמצעות ניסויי שטח מבוקרים בתנאי הארץ. עם זאת, מבחינת אתרי התאונות עלה שעיקר בעיית בטיחות הולכי הרגל בעיר ממוקדת ברחובות עתירי תנועה רב-נתיביים שנמצאים במרכזי ערים. כמו כן, בחלק ניכר ממוקדי התאונות לא אובחנו ליקויים מהותיים בהסדרי התשתית, כאשר התועלת הבטיחותית משיפורי תשתית נקודתיים עשויה להיות מוגבלת. לכן, על מנת לחולל שינוי מהותי במצב היפגעות הולכי הרגל בשטח עירוני נדרש שינוי גישה – מעבר מטיפול נקודתי לטיפול מערכתי בבעיה. יש מקום לבחינה ושינוי מערכתי של רשת הדרכים העירוניות, במטרה למזער את אזורי החיכוך בין הולכי רגל וכלי הרכב ו/או למתן משמעותית את מהירויות הנסיעה של כלי הרכב באזורי הימצאות ופעילות של הולכי הרגל.

2. ניתוח מפורט של תאונות הולכי רגל בישראל

ניתוח מפורט של נתוני תאונות מאפשר לזהות מאפיינים עיקריים של התופעה ולקבוע דפוסים מובילים של התאונות. השוואת מאפייני התאונות בישראל עם ממצאים ממדינות אחרות מאפשרת לזהות תופעות חריגות ומאידך, להצביע על אפיונים משותפים בהתרחשות התאונות במדינות השונות.

מאפיינים וגורמי התאונות שנלמדים מהניתוח המפורט תורמים להבנת נסיבות הפגיעה ולהתאמה טובה יותר של אמצעי התערבות למניעת התאונות. כמו כן, אפיון התופעה והגדרת דפוסי תאונות עיקריים מאפשרים למקד את מאמצי ההתערבות באתרים ובגורמים שמרכזים חלק ניכר מהתופעה.

בפרק זה מובאים ממצאים מניתוח מפורט של מאפייני תאונות הולכי רגל בישראל. בניתוח נכללו מרכיבים אלה:

- א. השוואה פרטנית בין מאפייני תאונות קטלניות עם הולכי רגל בישראל ובמדינות האיחוד האירופי.
- ב. מיפוי התופעה - בחינה פרטנית של מאפייני תאונות הולכי רגל בישראל, כאשר הניתוח מבוצע בקרב תאונות קטלניות ויתר התאונות עם נפגעים (באורח קשה או קל).
- ג. קביעת דפוסי תאונות טיפוסיים של היפגעות הולכי רגל בישראל, בקרב תאונות קטלניות ויתר התאונות עם נפגעים.

2.1. מאפייני היפגעות הולכי רגל בישראל לעומת מדינות אחרות

בסעיף זה מוצגת השוואה פרטנית בין מאפייני תאונות קטלניות עם הולכי רגל בישראל ובמדינות האיחוד האירופי. כמקור לנתונים של מדינות האיחוד שימש דו"ח ERSO (2008)³. נתוני התאונות במדינות האיחוד זמינות לשנת 2006, עבור 14 מדינות⁴. לביצוע ההשוואות, הנתונים לישראל נלקחו עבור אותה השנה, 2006 (פרט למספר מקרים בהם, מטעמים סטטיסטיים, שימשו נתונים ממוצעים עבור שלוש שנים). הנתונים עבור ישראל נגזרו מתוך קבצי תאונות הדרכים של הלמ"ס.

השוואה מתייחסת לנושאים הבאים:

- 1) מדדי בטיחות כלליים - אחוז הרוגים הולכי רגל מתוך כלל הרוגים בתאונות, מדד הרוגים לאוכלוסייה;
- 2) מיקום תאונות הולכי רגל - בדרך עירונית/לא עירונית, בצומת/קטע;
- 3) מאפיינים דמוגרפיים של הולכי רגל הרוגים - מגדר, קבוצות גיל;
- 4) זמן התרחשות התאונות - שעות, ימים, יום/לילה.

³ השוואה דומה לשנת 2005 הוצגה בנייר עבודה "בטיחות הולכי רגל", מיולי 2008.

⁴ 14 המדינות שמהוות בסיס להשוואה הן: בלגיה, דנמרק, יוון, ספרד, צרפת, אירלנד, איטליה, לוקסמבורג, הולנד, אוסטריה, פורטוגל, פינלנד, שוודיה ואנגליה – כל המדינות ממערב אירופה, המהוות ליבה של מדינות האיחוד.

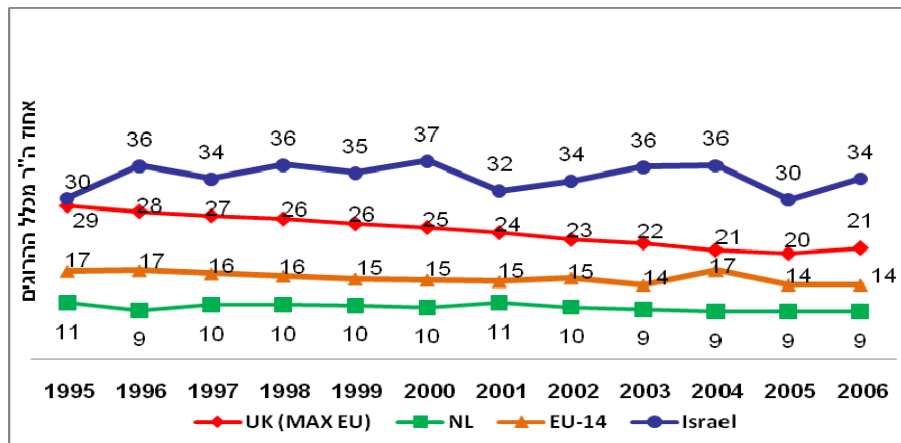
באותו המאגר, נתונים חלקיים זמינים גם עבור חמש מדינות נוספות שהן: צ'כיה, אסטוניה, הונגריה, מאלטה, פולין. עם זאת, מדינות אלה אינן מוצגות במרבית ההשוואות של הדו"ח ERSO.

2.1.1 מדדי בטיחות כלליים

מספרי הרוגים בתאונות הדרכים בכלל ומתוכם מספרי הרוגים הולכי רגל, בשנת 2006, בישראל ובמדינות האיחוד האירופי⁵, מוצגים בטבלה 2.1. בהתבסס על נתונים אלה, ציור 2.1 מציג את חלקם היחסי של הולכי רגל בקרב כלל ההרוגים בתאונות, בישראל ובמדינות האיחוד.

טבלה 2.1 מספר הרוגים בתאונות הדרכים ומתוכם הולכי רגל, בישראל ובמדינות אירופה, בשנת 2006

מדינה	מתוכם: הולכי רגל	סה"כ הרוגים בתאונות
BE (Belgium)	122	1069
DK (Denmark)	60	306
EL (Greece)	267	1657
ES (Spain)	613	4104
FR (France)	535	4709
IE (Ireland)	64	337
IT (Italy)	710	5625
LU (Luxembourg)	6	62
NL (The Netherlands)	97	1028
AT (Austria)	110	730
PT (Portugal)	156	969
FI (Finland)	49	336
SE (Sweden)	55	445
UK (United Kingdom)	703	3307
Israel	139	414
EU-14	3547	24684



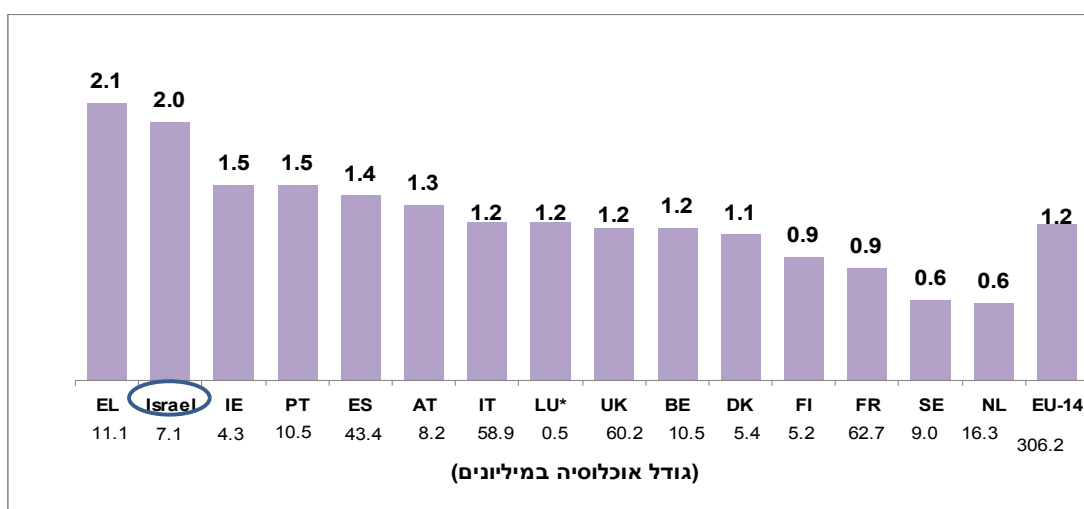
ציור 2.1. אחוז הרוגים הולכי רגל בישראל ובמדינות האיחוד, בשנים 1995-2006.

בציור 2.1 ניתן להבחין כי חלקם היחסי של הולכי רגל בקרב כלל ההרוגים בתאונות גבוה יותר בישראל מאשר הערך המרבי שנמצא במדינות האיחוד (עבור אנגליה) וכי המדד של ישראל גבוה יותר מפי שתיים לעומת המדד הממוצע של מדינות האיחוד. עם זאת, ראוי לציין שאילו ההשוואה

⁵ בכל ההשוואות בפרק זה הנתונים עבור NL ו-IE משנת 2003, עבור LU משנת 2002, עבור IT - משנת 2004. הנתונים עבור UK כוללים Great Britain (GB) ו-Northern Ireland (NI), כאשר עבור GB הנתונים משנת 2006 ועבור NI משנת 2005.

בשנת 2006 הייתה כוללת 19 מדינות (ולא 14 מדינות הליבה), התוצאות היו כלהלן: ממוצע המדד – 17.9%, כאשר ערכים גבוהים ודומים לישראל התקבלו במדינות אלה: אסטוניה – 31.4%, פולין – 32.3%, מאלטה – 36.4%.

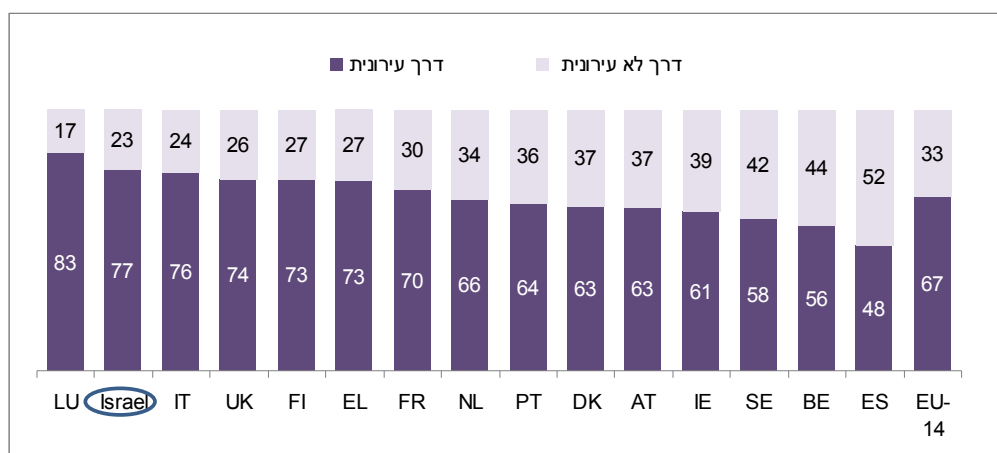
ציור 2.2 מציג מדד של מספר הולכי רגל הרוגים ל-100,000 אוכלוסיה, בשנת 2006. ניתן לראות כי מדד זה עבור ישראל הינו בין הגבוהים במדינות האיחוד ודומה למדינה אחת בלבד - יוון. כמו כן, המדד של ישראל גבוה ב-65% לעומת הממוצע של מדינות האיחוד. (עם זאת, בחינת המצב עבור 19 מדינות "משפרת" את מיקומה של ישראל: הממוצע האירופי עולה ל-1.6, כאשר בקרב המדינות הנוספות נצפו ערכים גבוהים כגון: 2.9 בהונגריה, 4.6 בפולין, 4.8 באסטוניה).



ציור 2.2. מספר הרוגים הולכי רגל ל-100,000 תושבים, בישראל ובמדינות האיחוד, בשנת 2006.

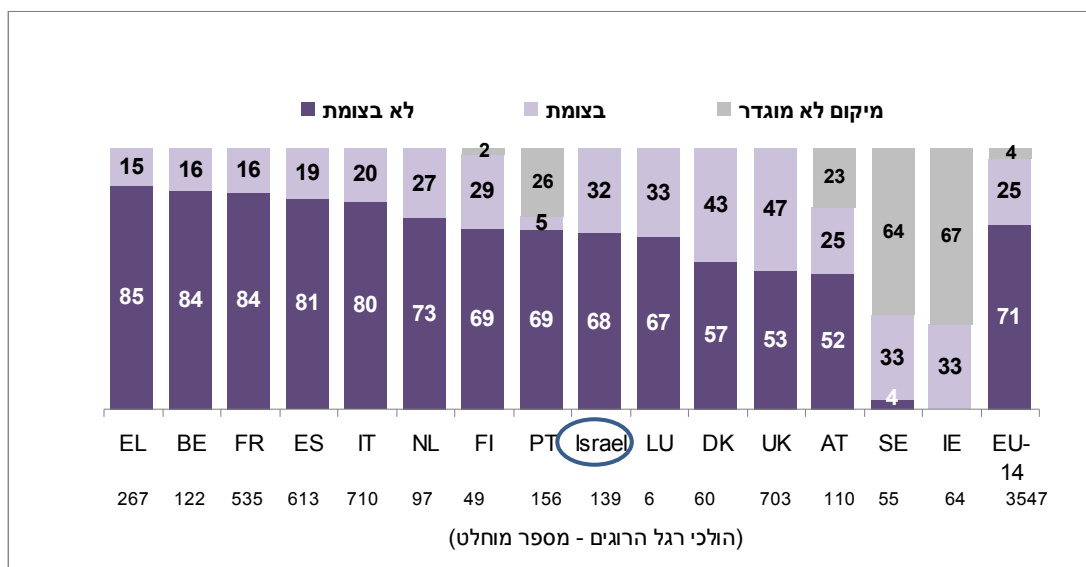
2.1.2. מיקום תאונות הולכי רגל

בציור 2.3 ניתן להבחין ששליש מהולכי הרגל במדינות האיחוד נהרגים בדרכים הלא עירוניות, ושני שלישי – בשטח עירוני. בישראל, אחוז הולכי הרגל שנהרגו בדרכים הלא עירוניות היה נמוך יותר – 23%.



ציור 2.3. פילוג הולכי רגל הרוגים לפי סוג דרך, בישראל ובמדינות האיחוד, בשנת 2006 (אחוזים).

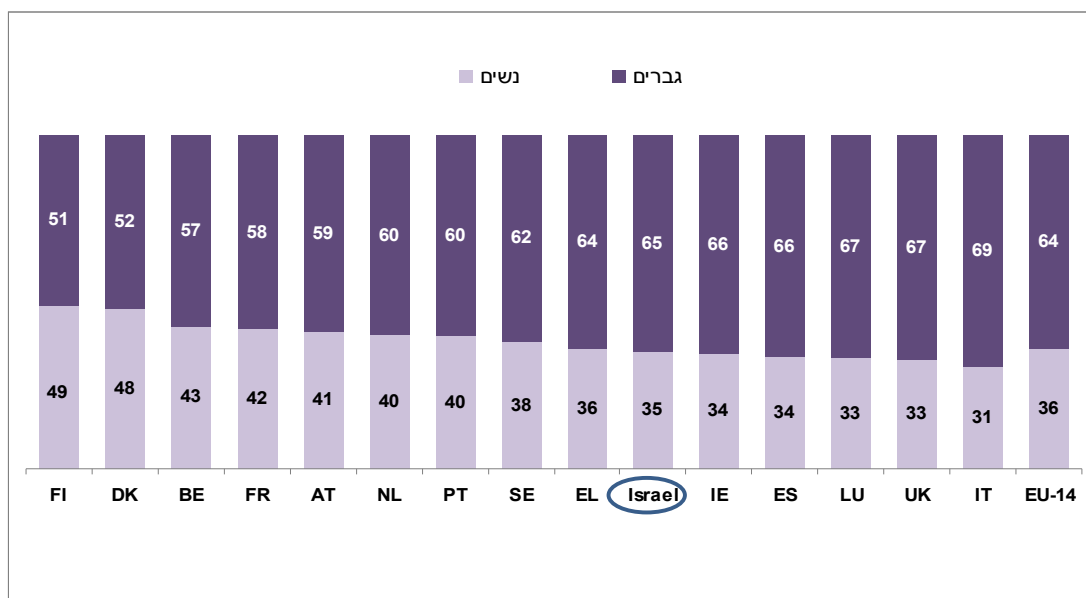
בציור 2.4 ניתן לראות שרוב הולכי הרגל במדינות האיחוד (71%) נהרגו בקטעי דרכים, בעוד ש-25% בצמתים (ולגבי 4% המיקום אינו ידוע). גם בישראל, בדומה לממוצע האירופי, 68% מהולכי הרגל נהרגו בקטעים ו-32% בצמתים.



ציור 2.4. פילוג הולכי רגל הרוגים לפי מיקום, בישראל ובמדינות האיחוד, בשנת 2006 (אחוזים).

2.1.3 מאפיינים דמוגרפיים של הולכי רגל הרוגים

על-פי הממוצע במדינות האיחוד, 64% מהולכי רגל הרוגים היו גברים ו-36% נשים (ציור 2.5). יחס דומה נמצא גם בישראל: 65% מהרוגים הולכי רגל היו גברים ו-35% נשים.

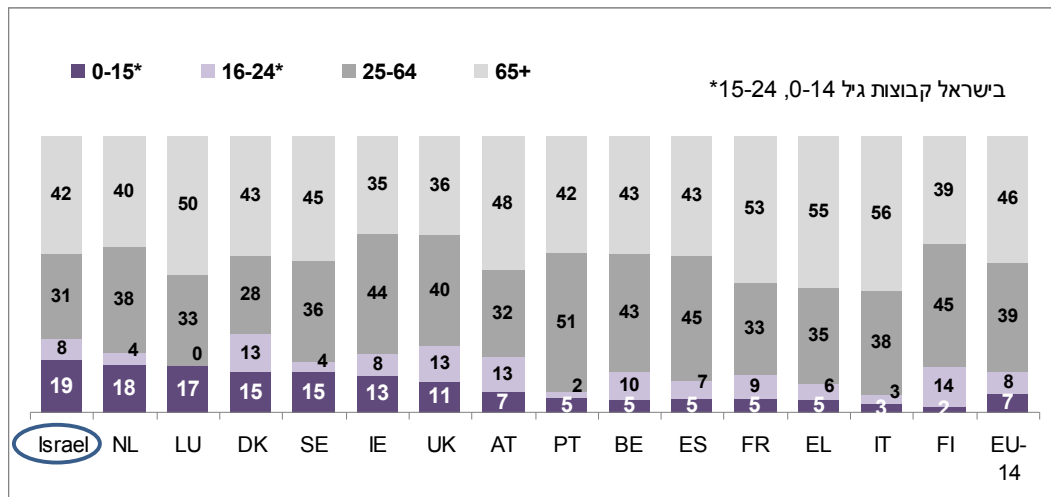


ציור 2.5. פילוג הולכי רגל הרוגים לפי מגדר, בישראל ובמדינות האיחוד, בשנת 2006 (אחוזים).

מניתוח גילי ההרוגים ניתן לראות (ציור 2.6) כי באיחוד האירופי הקבוצה הגדולה ביותר בין הרוגים הולכי רגל היא גיל הזהב, בני 65+ (46%). החלק היחסי של קבוצת גילים זו נמוך במקצת בישראל לעומת הממוצע האירופי - 42%. לעומת זאת, החלק היחסי של ילדים (בני 0-15) שנהרגו כהולכי

רגל גבוה פי 2.7 בישראל לעומת הממוצע האירופי: 19% לעומת 7%, בהתאמה. אחוז גבוה של ילדים בקרב הרוגים הולכי רגל נצפה גם בהולנד וליטא.

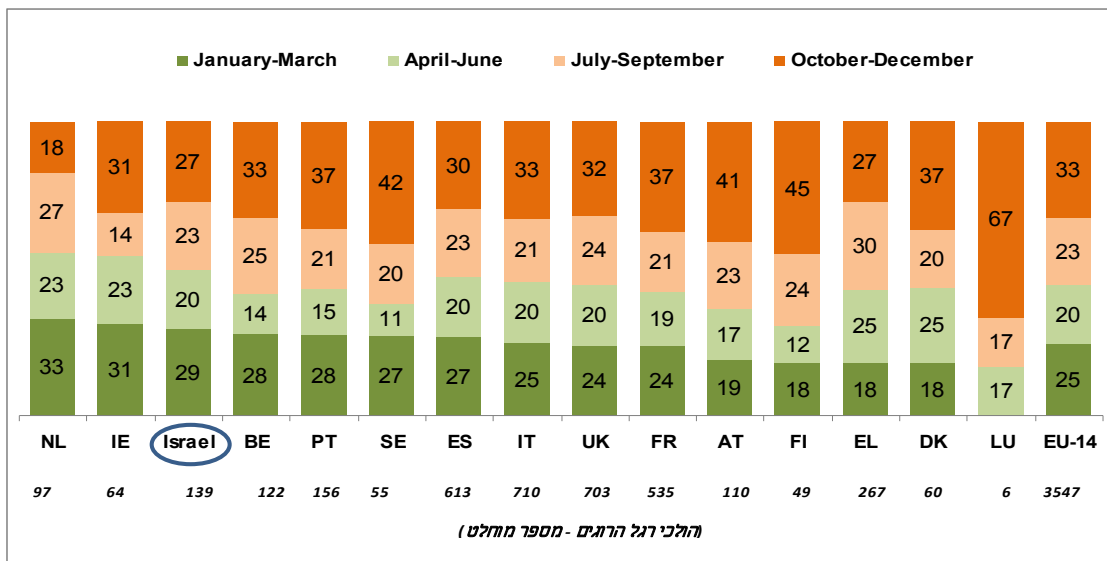
עם זאת, בהתייחס למעורבות בתאונות של קבוצות גיל שונות יש לקחת בחשבון גם את מבנה האוכלוסייה. בשנת 2006, בישראל, אוכלוסיית הילדים היוותה כ-28% ואוכלוסיית הקשישים – כ-10% מכלל אוכלוסיית המדינה. מכאן שהסיכוי להיהרג בתאונת הולכי הרגל בקרב הקשישים בישראל גבוה משמעותית (בערך פי 6.2) לעומת סיכוי דומה בקרב הילדים.



ציור 2.6. פילוג הולכי רגל הרוגים לפי קבוצות גיל, בישראל ובמדינות האיחוד, בשנת 2006 (אחוזים).

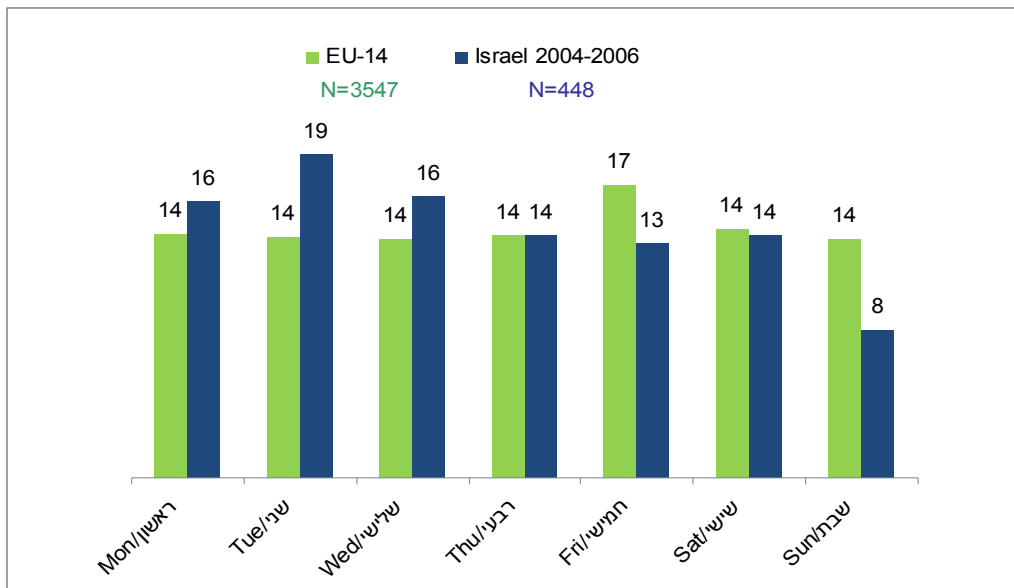
2.1.4. זמן התרחשות התאונות

מניתוח תקופות שנה עולה (ציור 2.7) שהן בממוצע באירופה והן בישראל יותר ממחצית הולכי הרגל נהרגים בתקופה הקרה יותר של השנה: אוקטובר-מרץ. לעומת זאת, אחוז נמוך יחסית של הולכי הרגל (20% מהמספר השנתי) נהרגים בחודשים אפריל-יוני.



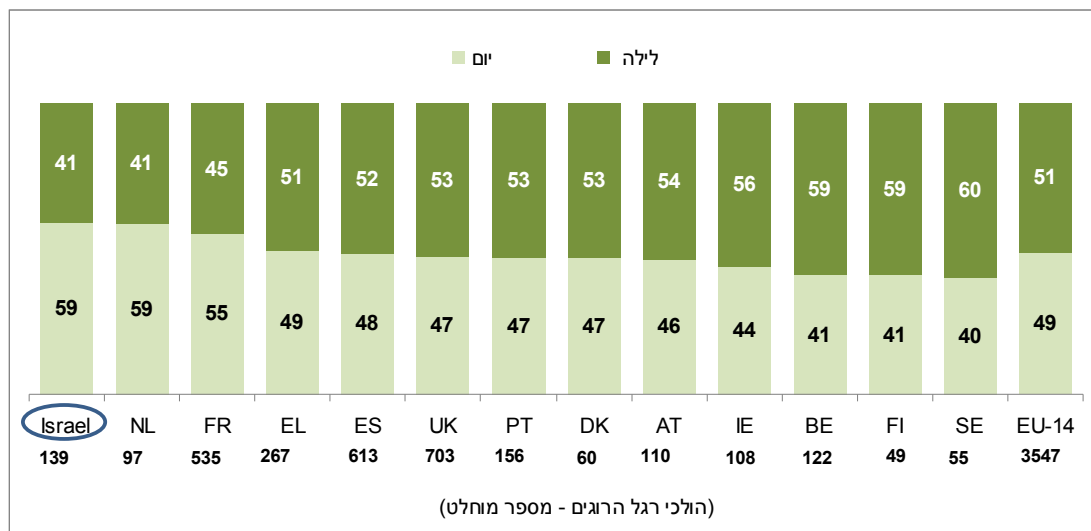
ציור 2.7. פילוג הולכי רגל הרוגים לפי עונות שנה, בישראל ובמדינות האיחוד, בשנת 2006 (אחוזים).

מבחינת ימי התאונות עולה (ציור 2.8) שבישראל יותר תאונות קטלניות של פגיעה בהולכי הרגל נרשמו ביום עבודה שני ומעט - ביום שבת. לעומת זאת, באיחוד האירופי יותר תאונות נצפו ביום העבודה האחרון (Friday), כאשר מספר התאונות לא יורד במיוחד בסוף שבוע.



ציור 2.8. פילוג הולכי רגל הרוגים לפי ימות השבוע, בישראל ובמדינות האיחוד, בשנת 2006 (אחוזים).

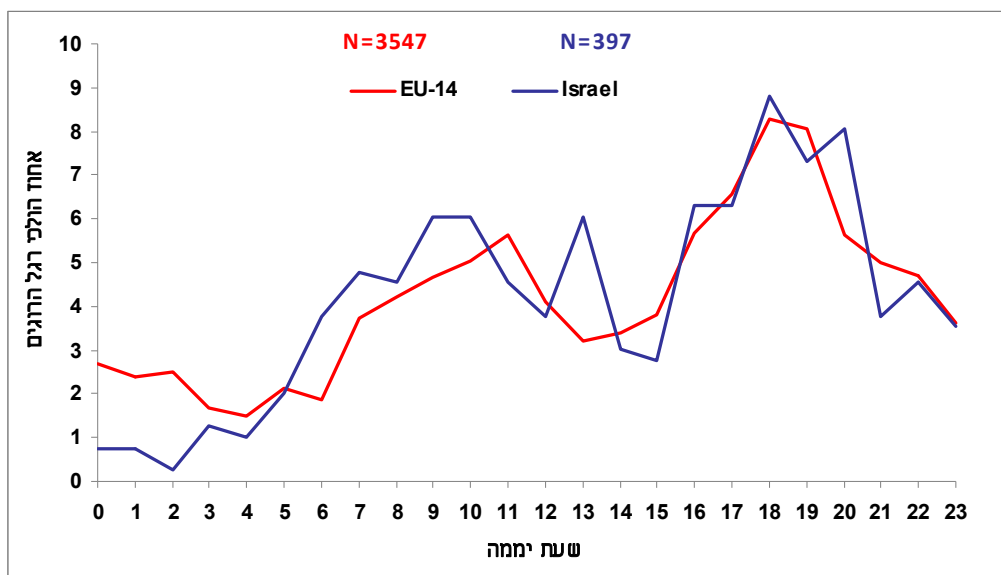
בציור 2.9 ניתן להבחין שלפי הממוצע האירופי, 49% מתאונות פגיעה בהולכי הרגל נרשמו ביום ו- 51% - בלילה. בישראל, לעומת זאת, נמצא אחוז גבוה יותר של תאונות יום: 59%. אחוזים גבוהים של תאונות יום נצפו גם בהולנד וצרפת.



ציור 2.9. פילוג הולכי רגל הרוגים לפי התקופה ביממה, בישראל ובמדינות האיחוד, בשנת 2006 (אחוזים).

מבחינת שעות התאונות עולה (ציור 2.10) שבישראל, בדומה לממוצע האירופי, קיימות שתי תקופות, שיא בהן מתרחשות יותר תאונות הולכי רגל: שעות 16-21 בערב ושעות 9-12 בבוקר. בנוסף,

בישראל קיימת נקודת שיא בשעה 13. לעומת זאת, החלק היחסי של תאונות הולכי רגל בלילה (בין השעות 0-4) נמוך יותר בישראל לעומת הממוצע האירופי.



* בישראל, ממוצע בשנים 2005-2007

ציור 2.10. פילוג הולכי רגל הרוגים לפי שעות היממה, בישראל ובמדינות האיחוד, בשנת 2006 (אחוזים).

2.2. מאפיינים עיקריים של תאונות הולכי הרגל בישראל

בסעיף זה מוצגים ממצאים ממיפוי תופעת היפגעות הולכי רגל בישראל - בחינה פרטנית של מאפייני התאונות, אשר מבוצעת לחוד עבור שני מקבצים של התאונות ברמות חומרה שונות: תאונות קטלניות ויתר התאונות עם נפגעים (באורח קל או קשה). כמקור לנתונים אלה שימשו קבצי תאונות הדרכים (ת"ד) של הלמ"ס.

הבחינה מתייחסת לנושאים הבאים:

- 1) מגמות לאורך זמן - השתנות מדד הרוגים הולכי רגל לאוכלוסיה, לאורך זמן (בין השנים 1997-2007); שינוי במדד זה לפי קבוצות גיל;
- 2) אפיון פרטני של תאונות הולכי רגל, לפי: מיקום התאונות; פעילות הולך רגל בעת התאונה; מאפיינים דמוגרפיים של הנפגעים - קבוצות אוכלוסיה, קבוצות גיל, מגדר; תקופות יום בהן נרשמו התאונות. הממצאים התקבלו עבור תאונות הולכי רגל בשתי רמות חומרה - קטלניות ויתר התאונות עם נפגעים, בשנים 2006-2007, והם מוצגים בהשוואה בין שתי קבוצות התאונות.⁶

2.2.1. מגמות לאורך זמן

טבלה 2.2 מציגה מספרים של הולכי רגל הרוגים ונפגעים בתאונות הדרכים בישראל, בשנים 1995-2007, כאשר מספרי הנפגעים כוללים נפגעים באורח קשה או קל ואינם כוללים את מספרי ההרוגים.

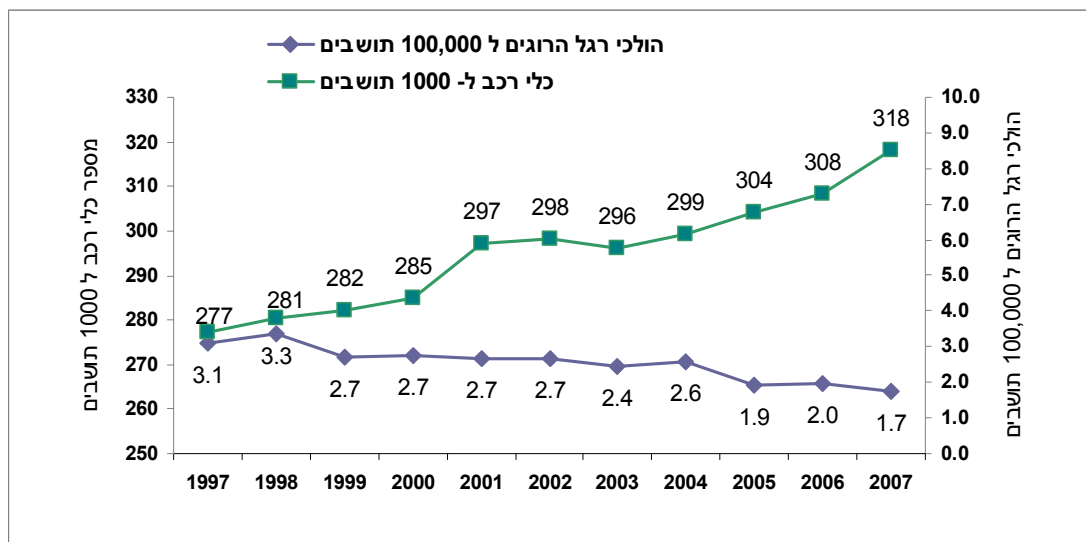
⁶ ניתוח דומה עבור השנים 2005-2006 מוצג בנייר עבודה "בטיחות הולכי רגל", מיולי 2008.

כמו כן, בטבלה 2.2 מובאים נתונים על גודל האוכלוסייה וכלי רכב רשומים אשר משמשים לחישוב מדדי בטיחות כלליים.

בציור 2.11 ניתן להבחין שבשנים 1997-2007, בישראל, במקביל עם העלייה ברמת המינוע, ירד מדד הולכי רגל הרוגים לאוכלוסיה. בין השנים 1997 ו-2007 רמת המינוע עלתה בכ-15%, כאשר מדד הרוגים הולכי רגל לאוכלוסיה ירד ב-44%.

טבלה 2.2. נתונים כלליים בישראל עבור השנים 1995-2007

שנה	כלי רכב (אלפים)	אוכלוסייה ממוצעת	הולכי רגל הרוגים בתאונות	הולכי רגל נפגעים בתאונות
1995	1,459	5,544,900	167	4,577
1996	1,543	5,688,900	188	4,567
1997	1,617	5,828,900	180	4,388
1998	1,675	5,970,700	200	4,141
1999	1,729	6,125,300	167	3,636
2000	1,792	6,289,200	172	3,294
2001	1,914	6,439,000	172	2,820
2002	1,960	6,570,000	176	2,769
2003	1,982	6,689,700	163	2,828
2004	2,038	6,809,000	175	2,822
2005	2,107	6,930,100	134	2,905
2006	2,176	7,053,700	139	3,090
2007	2,284	7,180,100	124	2,963

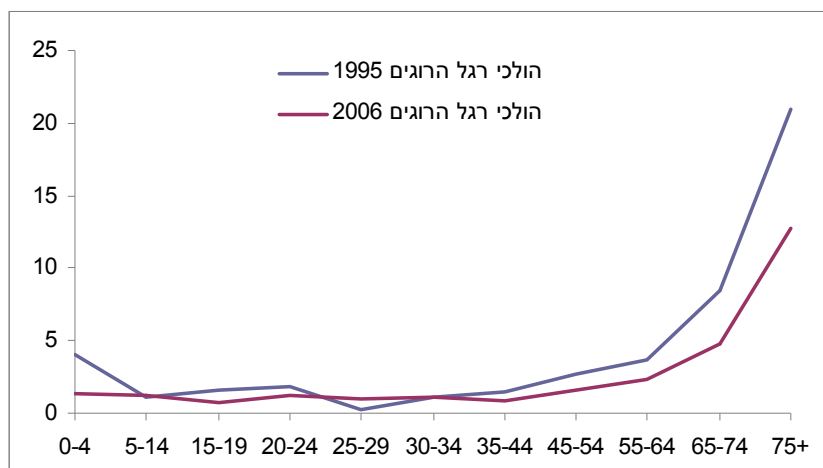


ציור 2.11. מדד הולכי רגל הרוגים ל-100,000 תושבים ורמת המינוע בישראל, בשנים 1997-2007.

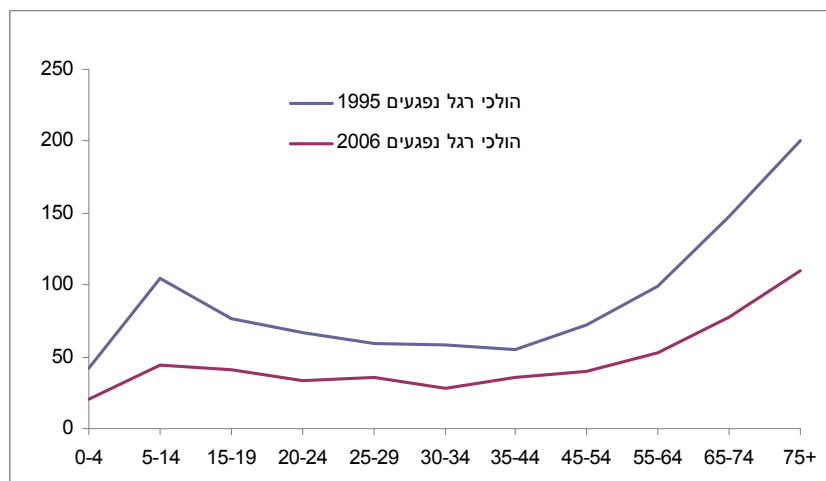
ציורים 2.12-2.13 מביאים השוואה של מדדי היפגעות הולכי רגל בישראל, לפי קבוצות גיל, בין השנים 1995 ו-2006. ניתן להבחין שמדד הולכי רגל נפגעים לאוכלוסיה ירד בשנת 2006 לעומת 1995, בכל קבוצות הגיל. לעומת זאת, מדד הולכי רגל הרוגים לאוכלוסיה ירד בשנת 2006 לעומת

1995, ברוב קבוצות הגיל, פרט לגילי 5-14, 25-29, 30-34 (שבהם לא נצפה שיפור במדד ההרוגים בשנת 2006 לעומת 1995).

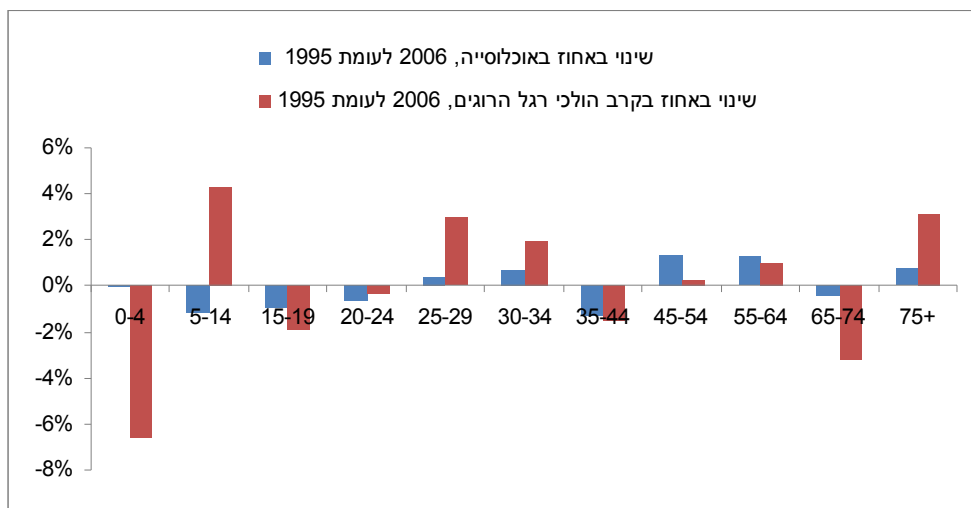
ציור 2.14 מציג באופן פרטני יותר את השינויים במבנה האוכלוסיה לעומת השינויים במבנה הרוגים הולכי הרגל, בשנת 2006 לעומת 1995. מבחינת הממצאים עולה שבשנת 2006 לעומת 1995, רמת הסיכון עלתה, יחסית לקבוצות הגיל האחרות, בקבוצות גיל אלה: 5-14, 25-29, 30-34, +75.



ציור 2.12. מדד הולכי רגל הרוגים ל-100,000 תושבים בישראל, לפי קבוצות גיל, בשנים 2006 ו-1995.



ציור 2.13. מדד הולכי רגל נפגעים ל-100,000 תושבים בישראל, לפי קבוצות גיל, בשנים 2006 ו-1995.



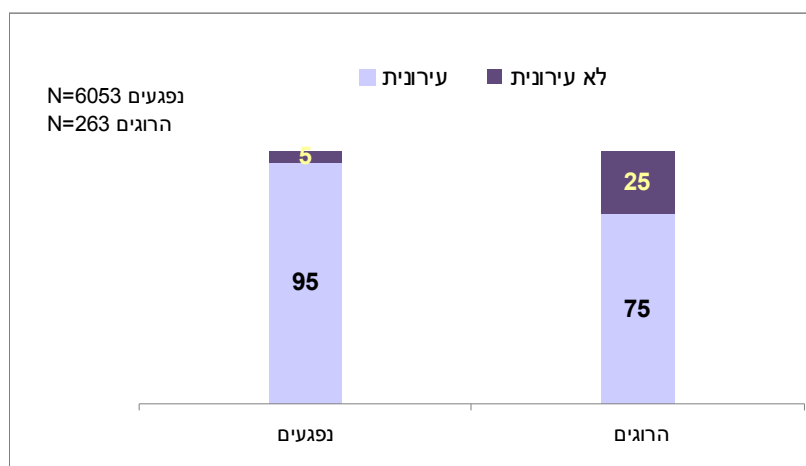
ציור 2.14. שינוי בחלק היחסי של קבוצות גיל באוכלוסייה ובקרב הולכי רגל הרגים, בשנת 2006 לעומת 1995 (אחוזים).

2.2.2. אפיון פרטני של תאונות הולכי רגל בישראל, בשנים 2005-2006

אפיון פרטני של תאונות הולכי רגל מבוצע בהתאם לשתי רמות חומרה: עבור הולכי רגל הרגים והולכי רגל נפגעים (באורח קשה או קל). בשתי הקבוצות כבסיס לניתוח שימשו נתוני התאונות סה"כ בשנים 2006-2007, כאשר ממצאי הניתוח מוצגים בהשוואה בין שתי קבוצות התאונות.

א. מיקום התאונות

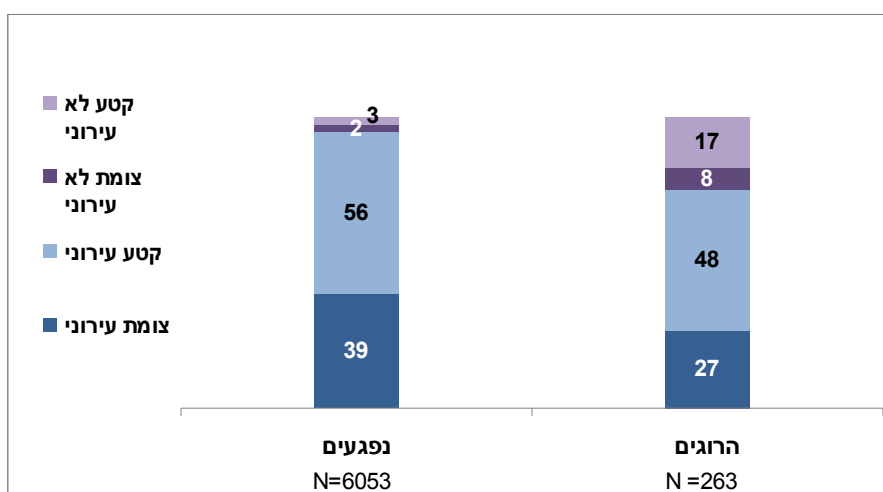
בציור 2.15 ניתן לראות שרוב תאונות הולכי הרגל מתרחשות בשטח עירוני. עם זאת, בקרב הולכי רגל הרגים, אחוז המקרים בדרך הלא עירונית (25%) גבוה משמעותית לעומת אחוז אותם המקרים בקרב הולכי רגל נפגעים (5% בלבד).



ציור 2.15. הולכי רגל הרגים ונפגעים בישראל לפי סוג דרך, סה"כ בשנים 2006-2007 (אחוזים).

כפי שניתן לראות בציור 2.16, הן בקרב הולכי רגל הרגים והן בקרב הולכי רגל נפגעים, חלק ניכר או רוב המקרים היו בקטע דרך עירונית (48% ו-56% בהתאמה); החלק היחסי של צומת עירוני משמעותי בקרב הנפגעים (39%) ונמוך יותר בקרב ההרגים (27%). לעומת זאת, בקרב ההרגים

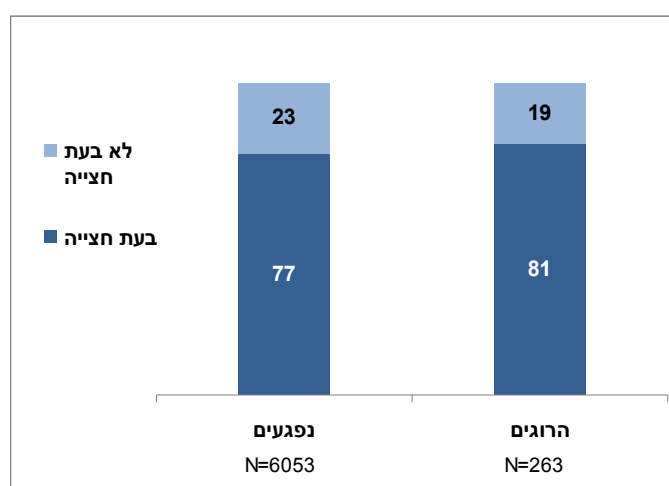
לעומת הנפגעים עולה משמעותית חלקו היחסי של קטע דרך לא עירונית (17% לעומת 3% וכן, עולה חלקו היחסי של צומת לא עירוני (8% לעומת 2%). ממצאים אלה מובנים בהתחשב במהירויות נסיעה גבוהות יותר ועל כן, קטלניות גבוהה יותר של תאונות הולכי רגל בדרכים הלא עירוניות.



ציור 2.16. הולכי רגל הרוגים ונפגעים בישראל לפי מיקום תאונה, סה"כ בשנים 2006-2007 (אחוזים).

ב. האם הולך הרגל בעת התאונה?

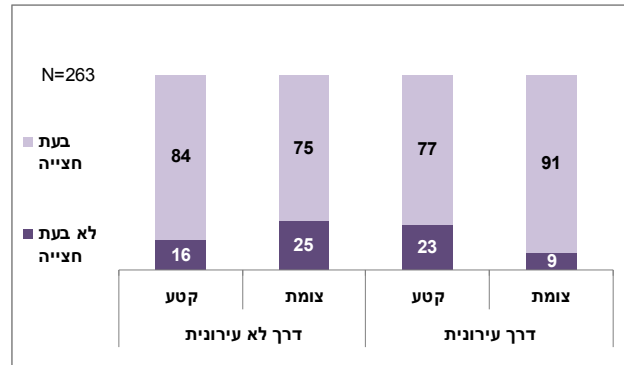
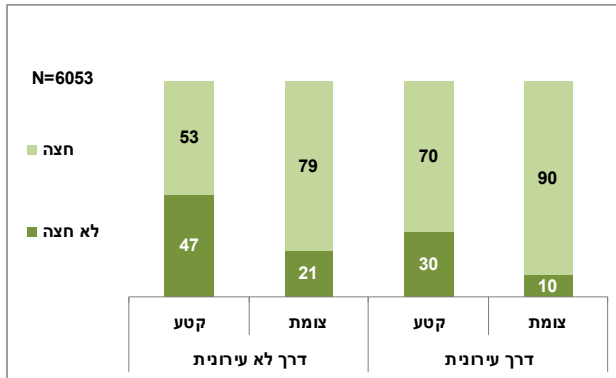
ציורים 2.17-2.19 מביאים ממצאים לגבי שאלה זו. ניתן לראות שהן בקרב ההרוגים והן בקרב הנפגעים, רוב הולכי הרגל נפגעו בעת חציית הכביש. עם זאת, סה"כ מעל חמישית מהולכי הרגל לא חצו כביש בעת התאונה, כאשר אחוז זה גבוה במקצת בקרב הנפגעים לעומת ההרוגים: 23% לעומת 19%, בהתאמה (ראה ציור 2.17).



ציור 2.17. הולכי רגל הרוגים ונפגעים בישראל לפי פעולתם בעת התאונה, סה"כ בשנים 2006-2007 (אחוזים).

שיעור הולכי הרגל שלא חצו גבוה בקרב הרוגים בקטע דרך עירונית (23%) ובצומת לא עירוני (25%). כמו כן, שיעור הולכי הרגל שלא חצו גבוה בקרב הנפגעים בקטע דרך עירונית ולא עירונית:

30% ו-47%, בהתאמה. כלומר, בקטע דרך בכלל ובדרך לא עירונית במיוחד, קיימת בעיה של היפגעות הולכי הרגל שנמצאים בקרבת שטח המיסעה (ראה ציור 2.18).

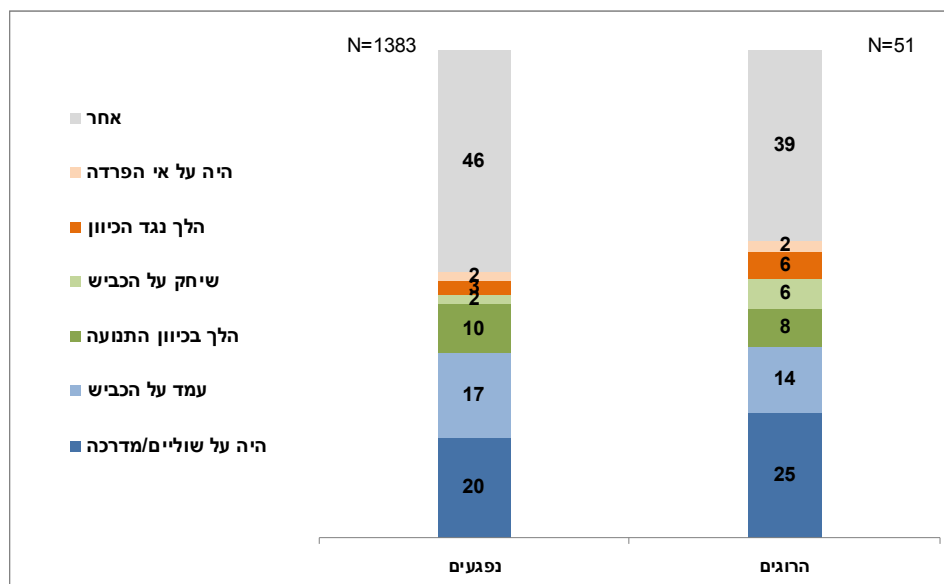


ב – הולכי רגל נפגעים

א – הולכי רגל הרוגים

ציור 2.18. הולכי רגל הרוגים ונפגעים בישראל לפי פעולתם בעת התאונה ומיקום התאונה, סה"כ בשנים 2006-2007 (אחוזים).

ציור 2.19 מוסיף פרטים לגבי מיקום הולך הרגל אשר נהרג/נפגע לא בעת החציה. ניתן להבחין שהן בקרב ההרוגים והן בקרב הנפגעים, רוב המקרים (הידועים) מיוחסים להולך רגל ש"היה על שוליים/מדרכה", "עמד על הכביש", "הלך בכיוון התנועה". עם זאת, בחלק משמעותי מהמקרים מיקומו של הולך הרגל בעת התאונה אינו ידוע. חוסר הנתונים אינו מאפשר אפיון מלא של תופעה זו.

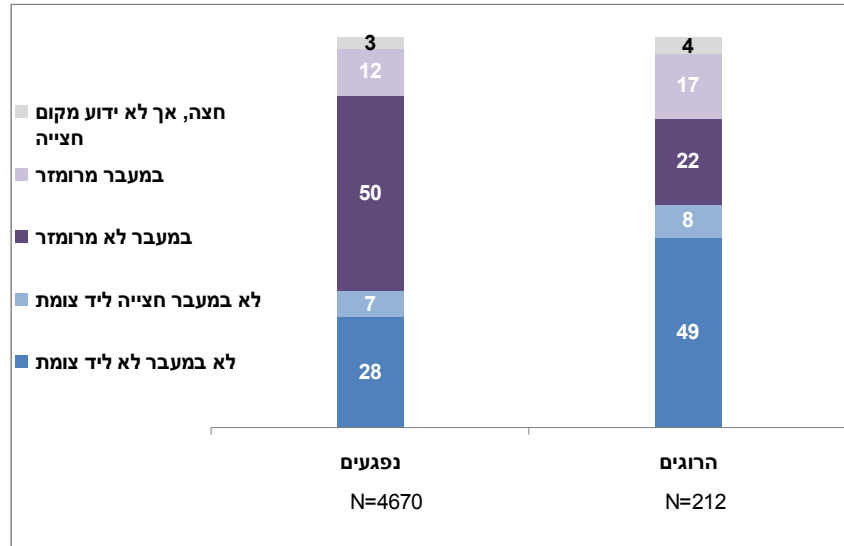


ציור 2.19. הולכי רגל הרוגים ונפגעים שלא חצו כביש בעת התאונה, לפי פעולותיהם, סה"כ בשנים 2006-2007 (אחוזים).

ג. מיקום התאונות בעת חציית כביש ע"י הולכי רגל

ציור 2.20 מפרט את מיקום חציית הכביש ע"י הולכי הרגל שנהרגו/נפגעו בתאונות. ניתן לראות שכמחצית מהפגיעות הקטלניות (49%) נרשמו כאשר הולך הרגל ניסה לחצות לא במעבר חצייה בקטע דרך, בעוד שמחצית מהפגיעות הלא קטלניות היו במעבר חצייה בלי רמזור. כמו כן, מעבר

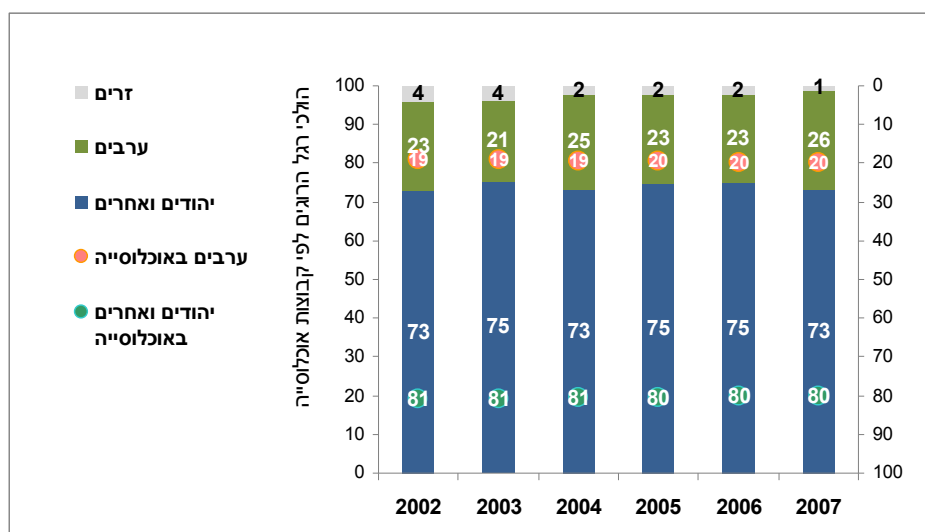
חצייה בלי רמזור מרכז גם חלק ניכר מהפגיעות הקטלניות (22%), כאשר חציות שלא במעבר חצייה בקטע דרך מרכזות גם חלק משמעותי (28%) מהפגיעות הלא קטלניות. בנוסף, חלק מסוים מהפגיעות בהולכי הרגל: 17% מההרוגים ו-12% מהנפגעים – נרשמו במעבר חציה מרומזר, וחלק נוסף: 8% מההרוגים ו-7% מהנפגעים - לא במעבר חצייה ליד צומת.



ציור 2.20. הולכי רגל הרוגים ונפגעים שחצו כביש בעת התאונה, לפי מיקום החצייה, סה"כ בשנים 2006-2007 (אחוזים).

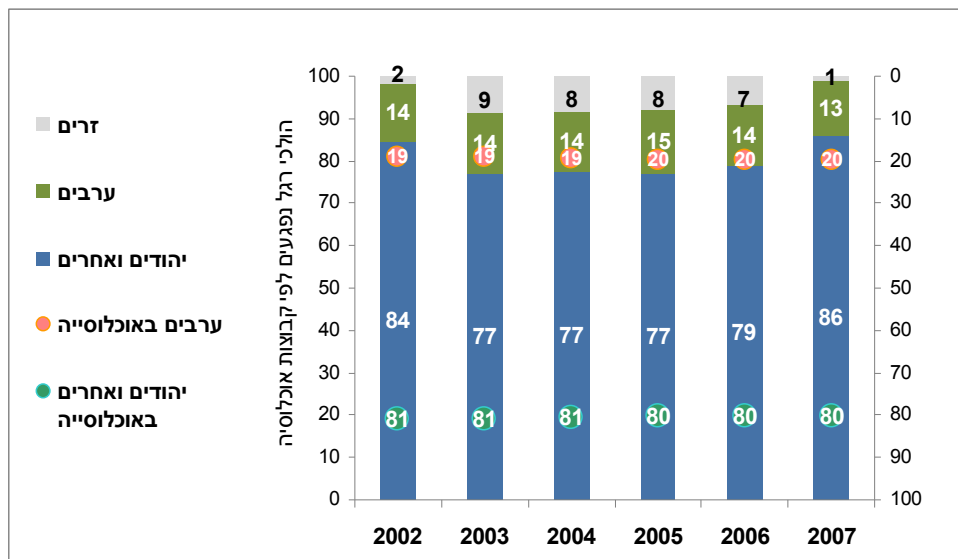
ד. מאפיינים דמוגרפיים של הולכי רגל הרוגים ונפגעים

ציור 2.21 מציג התפלגויות של הולכי רגל נפגעים והרוגים, לפי קבוצות אוכלוסייה: יהודים וערבים, כאשר פילוחים אלה מוצגים על רקע חלוקת האוכלוסייה בישראל. ניתן להבחין כי, לאורך השנים, חלקם היחסי של ערבים בקרב הולכי רגל הרוגים היה גבוה יותר מאשר חלקם באוכלוסייה, בעוד שחלקם היחסי של ערבים בקרב הולכי רגל נפגעים היה נמוך יותר מאשר חלקם באוכלוסייה.



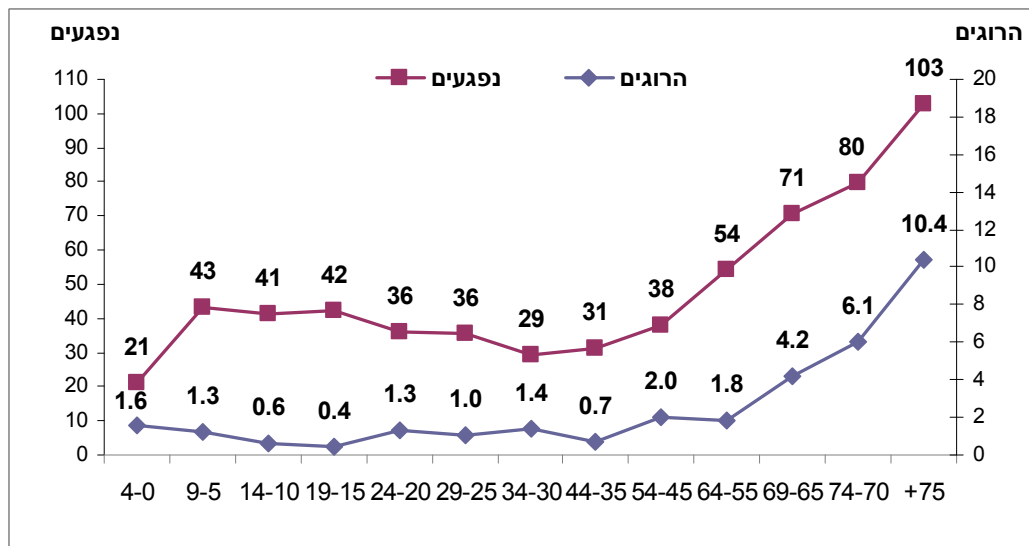
א – הולכי רגל הרוגים

ציור 2.21. הולכי רגל הרוגים ונפגעים בישראל, לפי קבוצות אוכלוסייה, בשנים 2002-2007 (אחוזים).



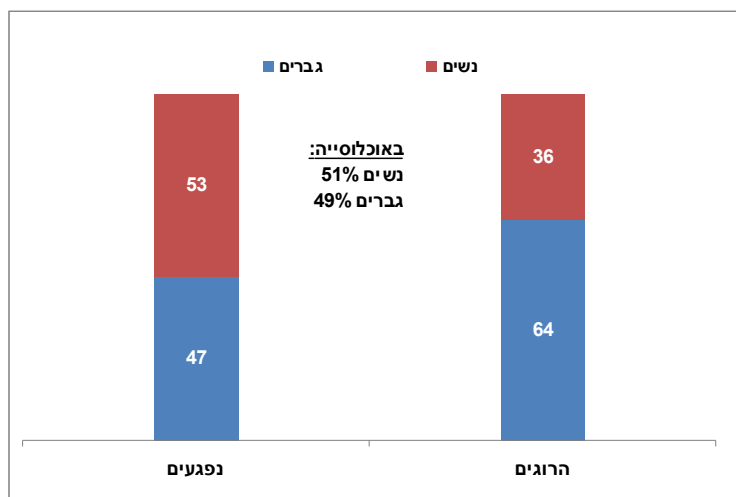
ב – הולכי רגל נפגעים
 ציור 2.21 (המשך).

ציור 2.22 מציג מדד הולכי רגל הרוגים ונפגעים ל-100,000 אוכלוסייה בישראל, לפי קבוצות גיל. ניתן להבחין שבקרב הן הולכי רגל הרוגים והן הולכי רגל נפגעים בולטות קבוצות הסיכון של קשישים בני 65 ומעלה, עם הסיכון המרבי בקרב בני 75+. בנוסף, בקרב הולכי רגל נפגעים, קבוצות גיל נוספות עם סיכון גבוה יחסית הן: ילדים בני 5-9, 10-14, 15-19 ומבוגרים בני 55-64.



ציור 2.22. מדד הולכי רגל הרוגים ונפגעים בישראל ל-100,000 אוכלוסייה, לפי קבוצות גיל, סה"כ בשנים 2006-2007.

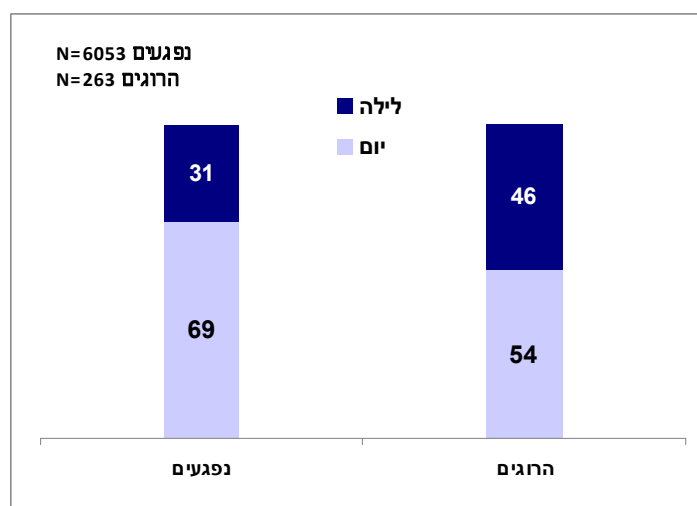
ציור 2.23 מביא פילוח של הולכי רגל הרוגים ונפגעים, לפי מגדר. ניתן לראות שאם בקרב הנפגעים החלוקה לגברים/נשים דומה למבנה האוכלוסייה, אזי בקרב ההרוגים החלק היחסי של גברים גבוה משמעותית ועולה על חלקם באוכלוסייה.



ציור 2.23. הולכי רגל הרוגים ונפגעים בישראל, לפי מגדר, סה"כ בשנים 2006-2007 (אחוזים).

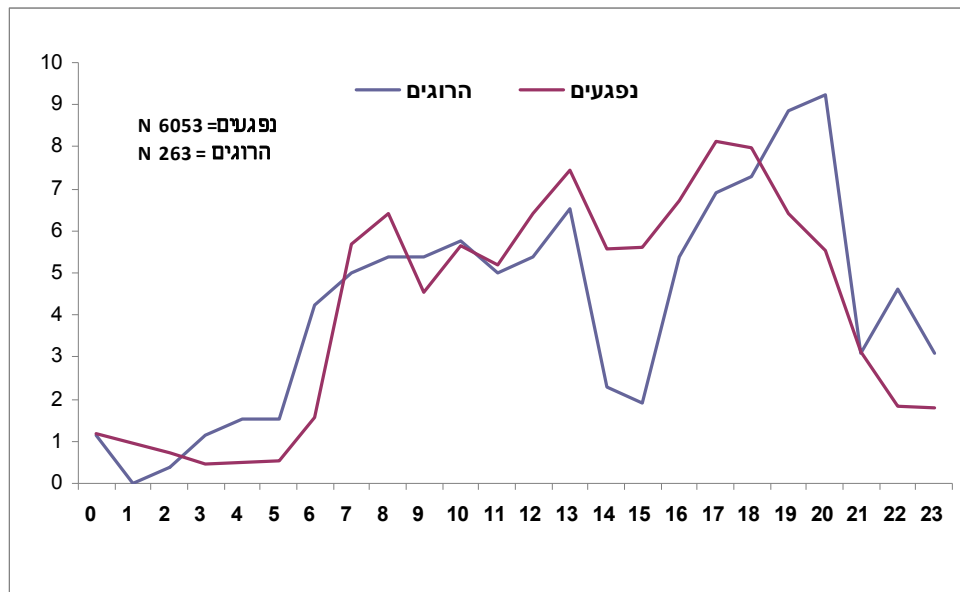
ה. זמן התאונה

מצויר 2.24 ניתן לראות כי אחוז המקרים בלילה גבוה יותר בקרב הולכי רגל הרוגים מאשר בקרב הנפגעים.



ציור 2.24. הולכי רגל הרוגים ונפגעים בישראל, לפי תקופת יום של תאונה, סה"כ בשנים 2006-2007 (אחוזים).

ציור 2.25 מוסיף פרטים לגבי זמני התרחשות התאונות עם הולכי רגל. ניתן לראות שהן בקרב ההרוגים והן בקרב הנפגעים קיימות מספר שעות עם ריכוז מקרים מרבי שהן: 19-21 בקרב ההרוגים, 17-19 בקרב הנפגעים. עם זאת, למעשה, כל שעות היום, 7-21, מאופיינות בריכוזים גבוהים של פגיעות בהולכי הרגל, הן קטלניות והן אחרות (פרט ל"הפוגה" בין השעות 14-16 בקרב ההרוגים).



ציור 2.25. התפלגות הולכי רגל הרוגים ונפגעים בישראל, לפי שעות היממה, סה"כ בשנים 2006-2007 (אחוזים).

2.3. דפוסי תאונות הולכי רגל בישראל

2.3.1. שיטת הניתוח

לאחר מיפוי מפורט של מאפייני תאונות הולכי הרגל בישראל, נערך ניתוח רב-משתני, על מנת לקבוע דפוסי תאונות טיפוסיים. דפוס תאונות טיפוסיים מבטא שילוב של מאפייני התאונות שמצטייר כנפוץ ויציב בקרב התאונות הנבחנות. דפוס תאונות מוגדרים במונחים קטגוריים, ללא התייחסות לעיר, מספר כביש או רחוב מסוים. מספר וסוגי דפוס תאונות שמתקבלים בסוף התהליך תלויים במספר ומהות המאפיינים שזמינים לניתוח וכמו כן, בהיקף מקרי התאונות שמשמשים בסיס לניתוח.

מאפייני התאונות שזמינים לבחינה במסגרת איתור דפוס תאונות הולכי הרגל, הם פרטי התאונות שנמצאים בקבצי ה"למ"ס. מאפייני התאונות מתחלקים בעיקר לסוגים אלה:

* פרטי מיקום התאונה כגון: סוג אתרי (צומת/קטע), סוג דרך (עירונית/לא עירונית), מיקום חצייה (במעבר/לא במעבר);

* פרט פעולת הולך רגל בעת התאונה;

* מאפייני תשתית (הימצאות מפרדה, תאורה, פני הכביש);

* פרטי זמן התאונה (תקופת יום, סוג יום);

* תנאי מזג האוויר;

* פרטי הולך רגל (גיל, מין, קבוצת אוכלוסייה).

למען הרחבה קטגורית של מאפייני התאונות בניתוח, לנתוני התאונות נוספו פרטים אלה:

* גודל יישוב בו נרשמה תאונה - קטן עד 10,000 תושבים, בינוני 10,000-49,999 תושבים, גדול

50,000-199,999 תושבים, גדול מאוד 200,000 או יותר תושבים (מתוך קובץ רשויות של ה"למ"ס);

* סוג יישוב – יהודי, מעורב, ערבי (על-פי הגדרת ה"למ"ס);

* סוג דרך לא עירונית – חד-מסלולית או דו-מסלולית (על סמך רשימת דרכים דו-מסלוליות של מע"צ);

* סוג צומת לא עירוני – מרומזר/ לא מרומזר (על סמך רשימה של הלמ"ס ומע"צ).

הניתוח הנוכחי – איתור דפוסי תאונות הולכי רגל בישראל - נערך על בסיס שני מאגרי נתונים שהם:
 (א) הולכי רגל הרוגים בתאונות הדרכים בישראל, בשנים 2003-2006 – סה"כ 611 מקרים.
 (ב) הולכי רגל נפגעים, באורח קשה או קל, בתאונות הדרכים בישראל, בשנים 2005-2006 – סה"כ 5995 מקרים.

בנוסף, דפוסי התאונות שנבנו בניתוח (על סמך נתונים ממספר שנים) נבדקו גם בקרב נתוני הולכי רגל הרוגים ונפגעים בשנת 2007: 124 ו-2823 מקרים, בהתאמה.

ניתוח תאונות בהן נהרגו הולכי רגל

הנחת היסוד בחיפוש דפוסי התאונות במחקר הנוכחי הייתה שלמיקום התאונה קיימת השפעה מכרעת על אופן התרחשות והשלכות התאונה. תהליך זיהוי של דפוסי התאונות היה הדרגתי, כאשר בכל שלב נבדקו⁷ רמות השוני והדמיון בין מאפייני קבוצות התאונות שהתקבלו בעקבות החלוקה. טבלה 2.3 מביאה ממצאים מהשוואות בין קבוצות התאונות שנקבעו בהתאם למיקום התאונות.

טבלה 2.3. בחינת הבדלים בין מאפייני התאונות בחלוקות שונות של המקרים (הולכי רגל הרוגים) לפי מיקום התאונה

א - בדרך עירונית לעומת לא עירונית		ב - ישוב יהודי לעומת מעורב		ג - ישוב יהודי לעומת ערבי		ד - דרך חד-מסלולית לעומת דו-מסלולית		מאפייני תאונות
χ^2	p	χ^2	p	χ^2	p	χ^2	p	
25.1	<0.001	0.3	0.59	0.9	0.35	3.4	0.07	גורם תאונה
35.6	<0.001	0.2	0.63	2.2	0.14	1.5	0.21	יום/לילה
70.3	<0.001	0.1	0.82	0.1	0.79	5.2	0.02	קיום תאורה
17.0	<0.001	0.8	0.38	25.8	<0.001	9.4	<0.001	מפרדה/ללא מפרדה
2.2	0.136	0.0	0.90	5.8	0.02	2.7	0.10	האם תאונה בעת חצייה או בעת אחרת
27.5	<0.001	2.0	0.15	12.3	<0.001	0.1	0.76	אופן חציית כביש
8.3	0.220	8.3	0.22	6.7	0.35	12.9	0.02	לא חצה- תאונה מסוג פגיעה בהולך רגל
1.2	0.277	0.2	0.67	2.6	0.10	4.1	0.04	מזג אוויר
0.7	0.414	0.3	0.61	3.2	0.08	1.0	0.31	פני כביש
1.0	0.314	33.1	<0.001	236.1	<0.001	1.6	0.21	קבוצת אוכלוסייה
7.8	0.005	0.5	0.50	1.9	0.16	0.1	0.76	האם שבת או לא
לא רלוונטי		220.4		<0.001		72.2		גודל ישוב
לא רלוונטי		0.1		0.75		1.7		מין
106.8	<0.001	5.2	0.07	86.8	<0.001	2.4	0.30	גיל

* הבדלים מובהקים ($p < 0.05$) מסומנים בצבע ** הבדלים מובהקים ($p \leq 0.10$) מסומנים בצבע

⁷ באמצעות מבחן חי בריבוע

מטבלה 2.3 ניתן לראות, לדוגמא, שבחלק ניכר ממאפייני התאונות קיים הבדל מובהק ($p < 0.05$) בין המקרים שהתרחשו בדרך עירונית לעומת המקרים בדרך לא עירונית (ראה טבלה 2.3, עמודות א'). כמו כן, בקרב המקרים שנרשמו בדרך עירונית נבדקה השפעה של סוג ישוב בו התרחשו התאונות. נמצא כי במרבית מאפייני התאונות לא קיים הבדל מובהק בין ישוב יהודי לישוב מעורב (טבלה 2.3, עמודות ב') ולכן, התאונות שהתרחשו בסוגי ישובים אלה אוחדו לקבוצה אחת. לעומת זאת, במרבית מאפייני התאונות בישוב יהודי לעומת ישוב ערבי נמצאו הבדלים מובהקים (ברמת מובהקות $p \leq 0.1$); ראה טבלה 2.3, עמודות ג').

בדרך לא עירונית חולקו המקרים לפי דרך חד-מסלולית ורב-מסלולית, מאחר שברוב מאפייני התאונות נמצאו הבדלים מובהקים בין שני מיקומים אלה (ברמת מובהקות $p \leq 0.1$); ראה טבלה 2.3, עמודות ד').

בהמשך, חלוקה נוספת של המקרים (הולכי רגל הרוגים בתאונות) נעשתה לפי סוג אתר (צומת לעומת קטע) ומיקום חצייה (במעבר חצייה לעומת לא מעבר חצייה). זאת, עקב משמעויות שונות שקיימות לחציית הדרך באתרים אלה, אשר נובעות מהשוני בין הסדרי התנועה וכתוצאה, יש לצפות להתנהגויות שונות של משתמשי הדרך באתרים אלה. חלוקת המשך זו לא בוצעה בקרב המקרים בישובים ערביים, עקב מספר קטן יחסית של מקרים אלה - כ-9% מסה"כ הולכי רגל הרוגים בתאונות בשנים 2003-2006.

ניתוח תאונות בהן נפגעו הולכי רגל

בקרוב 5995 נפגעים הולכי רגל (באורח קשה או קל) בתאונות הדרכים בשנים 2005-2006, 5734 הולכי רגל נפגעו בדרך עירונית ו-261 בדרך לא עירונית. עקב הבדל משמעותי בין היקף התופעה בשני סוגי הדרכים וכן, ציפייה למשמעויות שונות של נסיבות התאונות, דפוסים התאונות הוגדרו בנפרד עבור נפגעים הולכי רגל בדרך עירונית ובדרך לא עירונית.

בדרך עירונית, ניתנה התייחסות, קודם כל, לסוג ישוב (יהודי, מעורב, ערבי) ונמצא שברוב מאפייני התאונות קיימים הבדלים מובהקים בין שלושת סוגי היישובים (טבלה 2.4, עמודות א'). לגבי ישובים יהודיים ומעורבים, נבדקה השפעה של גודל הישוב (לפי שלוש קטגוריות: עד 50,000 תושבים; 50,000-200,000; 200,000 ויותר) ולרוב, נמצאו הבדלים מובהקים בין מאפייני התאונות בישובים בגדלים שונים (ראה טבלה 2.4, עמודות ב'-ג'). לכן, חלוקה בסיסית לדפוסים התאונות בדרך עירונית בוצעה לפי סוג וגודל ישוב (פרט לישובים ערביים אשר לא חולקו לפי הגודל עקב העדר שונות במאפיין זה בקרב נתוני התאונות). בהמשך, בכל תא שמתייחס לסוג וגודל ישוב, המקרים (הולכי רגל נפגעים) חולקו לפי סוג אתר (צומת/קטע) ולפי מיקום החצייה (במעבר חצייה או לא במעבר חצייה).

בדרך לא עירונית, לחלוקת מקרי הנפגעים הולכי הרגל שימשו מאפיינים עיקריים של הגדרת מיקום התאונות שהם: סוג אתר (צומת/קטע דרך); סוג דרך (חד-מסלולית או רב-מסלולית) עבור תאונות קטע; סוג צומת (מרומזר או לא מרומזר) עבור תאונות צומת. כמו כן, הנפגעים חולקו לפי מיקום הולך הרגל בעת התאונה (חצה במעבר חצייה או לא במעבר חצייה).

טבלה 2.4. בחינת הבדלים* בין מאפייני התאונות בחלוקות המקרים - הולכי רגל נפגעים בדרך עירונית, לפי סוג וגודל היישוב.

א- לפי סוג יישוב (יהודי, מעורב, ערבי)		ב - בישוב יהודי, לפי גודל היישוב		ג - בישוב מעורב, לפי גודל היישוב		מאפייני התאונות
ρ	X^2	ρ	X^2	ρ	X^2	
0.455	1.6	<0.001	15.2	0.05	6.1	תקופת יום
<0.001	151.4	<0.001	65.5	<0.001	16.1	קיום מפרדה
<0.001	188.7	<0.001	39.3	<0.001	15.5	אופן חצייה
<0.001	2,898.3	<0.001	164.5	<0.001	14.5	קבוצת אוכלוסייה
<0.001	376.1	<0.001	26.3	<0.001	47.1	גיל הנפגע
<0.001	47.1	0.01	11.4	0.18	3.4	מין הנפגע
<0.001	326.1	<0.001	67.7	<0.001	17.0	חומרת פגיעה

* הבדל מובהק כאשר $\rho < 0.05$

2.3.2. דפוסי תאונות בהן נהרגו הולכי רגל

ציור 2.26 מציג פילוח מסכם של הרוגים הולכי רגל בישראל, בשנים 2003-2006, לפי מיקום התאונה. מיקום התאונה נקבע לפי: סוג שטח (דרך עירונית או לא עירונית); סוג יישוב בשטח עירוני (יהודי/מעורב או ערבי); סוג דרך לא עירונית (חד-מסלולית או רב-מסלולית); סוג אתר (צומת או קטע) ומיקום החצייה (במעבר או לא במעבר חצייה). תרשים זה למעשה מציג דפוסי עיקריים של תאונות בהן נהרגו הולכי הרגל. טבלה 2.5 מסכמת מאפיינים נוספים של דפוסי התאונות.

ניתן לראות כי הבעיה העיקרית של הרוגים הולכי רגל (41% מהמקרים) מתקשרת עם קטעי דרכים בישוב יהודי ומעורב, כאשר מרבית המקרים נרשמו בישובים לא קטנים (מעל 50 אלף תושבים). חלק משמעותי נוסף מהמקרים (22%) נרשם בצמתים בישוב יהודי/ מעורב וחלק משמעותי נוסף (22%) - בדרך לא עירונית דו-מסלולית.

ריכוזים גבוהים של הרוגים הולכי הרגל מתקשרים עם דפוסי תאונות אלה (ראה ציור 2.26):

- * תאונה לא במעבר חציה בקטע דרך עירונית בישוב יהודי/מעורב (U4 – 34.5% מהמקרים);
- * תאונה בקטע דרך לא עירונית דו-מסלולית (R1 – 16% מהמקרים);
- * תאונה במעבר חצייה בצומת עירוני בישוב יהודי/מעורב (U1 – 12.4%);
- * תאונה לא במעבר חצייה בצומת עירוני בישוב יהודי/מעורב (U2 – 9.5%);
- * תאונה בישוב ערבי (A1 – 9.2%).

מאפיינים נוספים של דפוסי התאונות ניתן ללמוד מטבלה 2.5, תוך התייחסות, מחד, לערכים מובילים של מאפייני התאונות בדפוס תאונות מסוים ומאידך, לאחוז המקרים עם ערך מסוים אשר גבוה או נמוך באופן משמעותי בדפוס זה לעומת הממוצע בין כל דפוסי התאונות. להלן הממצאים:

דפוס U4 "תאונה לא במעבר חצייה בקטע דרך עירונית בישוב יהודי/מעורב" – לרוב, תאונות יום (גם תאונות לילה לרוב ללא בעיות תאורה), במזג אוויר בהיר ועל פני דרך יבשים. ברוב המקרים (57%) לא הייתה מפרדה בין כיווני התנועה בדרך. רוב התאונות (68%) אירעו בעת חצייה; עם זאת, אחוז גבוה של מקרים, יחסית לכלל התאונות - 32% - אירעו לא בעת חצייה. בחלק ניכר ממקרי החצייה (67%) הולך הרגל היה מוסתר מפני הנהג/התפרץ לכביש. רוב התאונות היו בישובים לא קטנים:

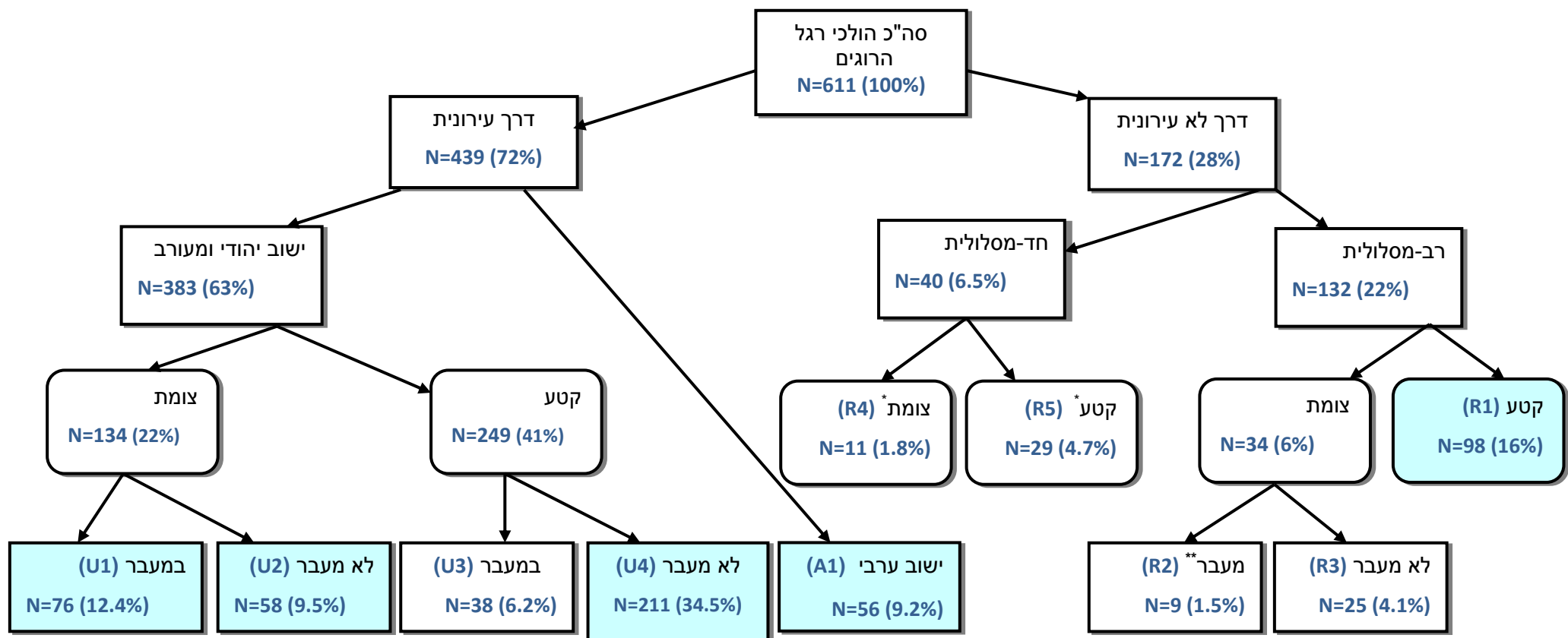
39% בישובים בגודל 200-50 אלף תושבים ועוד 39% - בישובים מעל 200 אלף תושבים. בקרב הרוגים בנסיבות אלה נצפה אחוז גבוה, יחסית לכלל התאונות, של ילדים – 22% וקשישים - 44% .

דפוס U1 "תאונה במעבר חצייה בצומת עירוני בישוב יהודי/מעורב" – במרבית מאפייני התאונות אין ממצאים חריגים. כלומר, רוב התאונות (72%) היו ביום (גם תאונות לילה לרוב ללא בעיות תאורה), במזג אוויר בהיר, על דרך יבשה; ברוב המעברים (80%) הייתה הפרדה בין כיווני נסיעה בדרך. כל מקרי התאונות היו בעת חצייה. התאונות נצפו בישובים בכל הגדלים (מעל 10,000 תושבים). בקרב הרוגים בנסיבות אלה נצפה אחוז גבוה במיוחד של קשישים (בני 65+) – 62%.

דפוס U2 "תאונה לא במעבר חצייה בצומת עירוני בישוב יהודי/מעורב" – רוב התאונות (66%) היו ביום (גם תאונות לילה לרוב ללא בעיות תאורה), במזג אוויר בהיר, על דרך יבשה. רק בכמחצית מהאתרים (53%) הייתה הפרדה בין כיווני נסיעה בדרך. 73% ממקרי התאונות היו בעת חציית הדרך, כאשר ברובם (58%) הולך רגל היה מוסתר מפני הנהג/התפרץ לכביש. בנוסף, 27% מהמקרים אירעו לא בעת חצייה. התאונות נצפו בישובים בכל הגדלים (מעל 10,000 תושבים), עם ריכוז מרבי – 48% בערים גדולות (מעל 200 אלף תושבים). בקרב הרוגים בנסיבות אלה נצפה אחוז גבוה במיוחד של קשישים (בני 65+) – 55%.

דפוס A1 "תאונה בישוב ערבי" – רוב התאונות (73%) היו ביום (גם בתאונות לילה לרוב לא דווח על בעיות תאורה), במזג אוויר בהיר, על דרך יבשה. רוב האתרים (86%) ללא הפרדה בין כיווני נסיעה בדרך. 62% ממקרי התאונות היו בעת חציית הדרך, כאשר ברובם (82%) הולך רגל היה מוסתר מפני הנהג/התפרץ לכביש. בנוסף, 38% מהמקרים אירעו לא בעת חצייה (לרוב אין פירוט לגבי מיקום הולך רגל לפני התאונה). רוב ההרוגים בנסיבות אלה היו ילדים – 77%; כל ההרוגים בתאונות אלה היו מהמגזר הערבי.

דפוס R1 "תאונה בקטע דרך לא עירונית דו-מסלולית" – רוב התאונות (63%) היה בלילה, כאשר בחלק ניכר מהמקרים דווח על בעיות תאורה. רוב התאונות היו במזג אוויר בהיר, על כביש יבש וביום חול. רוב התאונות (71%) אירעו בעת חציית הדרך. עם זאת, 29% מהמקרים אירעו לא בעת חצייה, מתוכם בשליש מהמקרים הולך הרגל הלך לאורך הדרך, ב-35% נוספים – היה על שולי הכביש. בחלק ניכר ממקרי החצייה (85%) הולך הרגל היה מוסתר מפני הנהג/התפרץ לכביש. בקרב הרוגים בנסיבות אלה בולט אחוז גבוה של גברים – 73%; רוב הולכי הרגל היו מבוגרים (ייצוג נמוך של ילדים וקשישים).



הערות לתרשים: * כל התאונות לא במעבר חצייה; ** כל התאונות בצומת מרומזר.

ציור 2.26. דפוסי תאונות בהן נהרגו הולכי רגל בישראל, בשנים 2003-2006.

טבלה 2.5. מאפיינים נוספים של דפוסי התאונות בהן נהרגו הולכי רגל בישראל, בשנים 2003-2006

		U1 (N=76)	U2 (N=58)	U3 (N=38)	U4 (N=211)	A1 (N=56)	R1 (N=98)	R2 (N=9)	R3 (N=25)	R4 (N=11)	R5 (N=29)
גורם תאונה	הולך רגל	25%	35%	3%	37%	25%	59%	56%	48%	50%	36%
	נהג	75%	65%	97%	63%	75%	41%	44%	52%	50%	64%
יום/לילה	לילה	28%	34%	42%	39%	27%	63%	56%	44%	55%	76%
	יום	72%	66%	58%	61%	73%	37%	44%	56%	45%	24%
קיום תאורה	משובשת	9%	7%	8%	12%	9%	41%		24%	36%	62%
	תקינה	91%	93%	92%	88%	91%	59%	100%	76%	64%	38%
מפרדה	אין	20%	47%	37%	57%	86%	27%		36%	64%	48%
	יש	80%	53%	63%	43%	14%	73%	100%	64%	36%	52%
האם תאונה בעת חצייה	לא		27%		32%	38%	29%		24%	30%	43%
	כן	100%	73%	100%	68%	62%	71%	100%	76%	70%	57%
אופן חציית כביש	מוסתר/מתפרץ	25%	58%	32%	67%	82%	85%	67%	74%	86%	75%
	רגיל	75%	42%	68%	33%	18%	15%	33%	26%	14%	25%
לא חצה--תאונה מסוג פגיעה בהולך רגל	הלך בכיוון התנועה		10%		12%	14%	32%				23%
	הלך נגד כיוון התנועה				4%	4%					8%
	שיחק על הכביש				5%					25%	23%
	עמד על הכביש		5%		12%	18%	10%		17%		15%
	היה על אי הפרדה		10%								
	היה על השוליים/מדרכה		10%		27%	7%	35%			25%	8%
מזג אוויר	אחר/לא ידוע		65%		38%	57%	23%		83%	50%	23%
	גשום	5%	6%	13%	4%		2%			20%	4%
פני כביש	בהיר	95%	94%	87%	96%	100%	98%	100%	100%	80%	96%
	רטוב	5%	6%	14%	8%		4%		5%	20%	4%
שבת /יום אחר	יבש	95%	94%	86%	92%	100%	96%	100%	95%	80%	96%
	לא שבת	93%	97%	92%	93%	89%	86%	78%	88%	91%	86%
שבת	שבת	7%	3%	8%	7%	11%	14%	22%	12%	9%	14%
	לא שבת										
גודל יישוב	עד 10,000		2%		7%	24%					
	10,000-49,999	21%	17%	18%	15%	76%					
	50,000-199,999	45%	33%	39%	39%						
	200,000+	34%	48%	42%	39%						
קבוצת אוכלוסייה	ערבים	3%	4%	3%	17%	100%	25%	22%	20%	30%	36%

		U1 (N=76)	U2 (N=58)	U3 (N=38)	U4 (N=211)	A1 (N=56)	R1 (N=98)	R2 (N=9)	R3 (N=25)	R4 (N=11)	R5 (N=29)
	יהודים ואחרים	97%	96%	97%	83%		75%	78%	80%	70%	64%
מין	נשים	50%	48%	39%	40%	41%	27%	67%	48%	27%	21%
	גברים	50%	52%	61%	60%	59%	73%	33%	52%	73%	79%
גיל	0-16	11%	7%	5%	22%	77%	8%	22%	8%	18%	14%
	17-64	28%	38%	32%	34%	13%	77%	78%	72%	64%	83%
	65+	62%	55%	63%	44%	11%	15%		20%	18%	3%

דפוסי התאונות שנבנו בניתוח הנ"ל (על סמך נתוני ההרוגים בשנים 2003-2006) נבדקו גם בקרב הולכי רגל הרוגים בשנת 2007. תוצאות הצבה זו מוצגות בציור 2.27; פרטים נוספים של דפוסי התאונות בשנת 2007 מוצגים בטבלה 2.6.

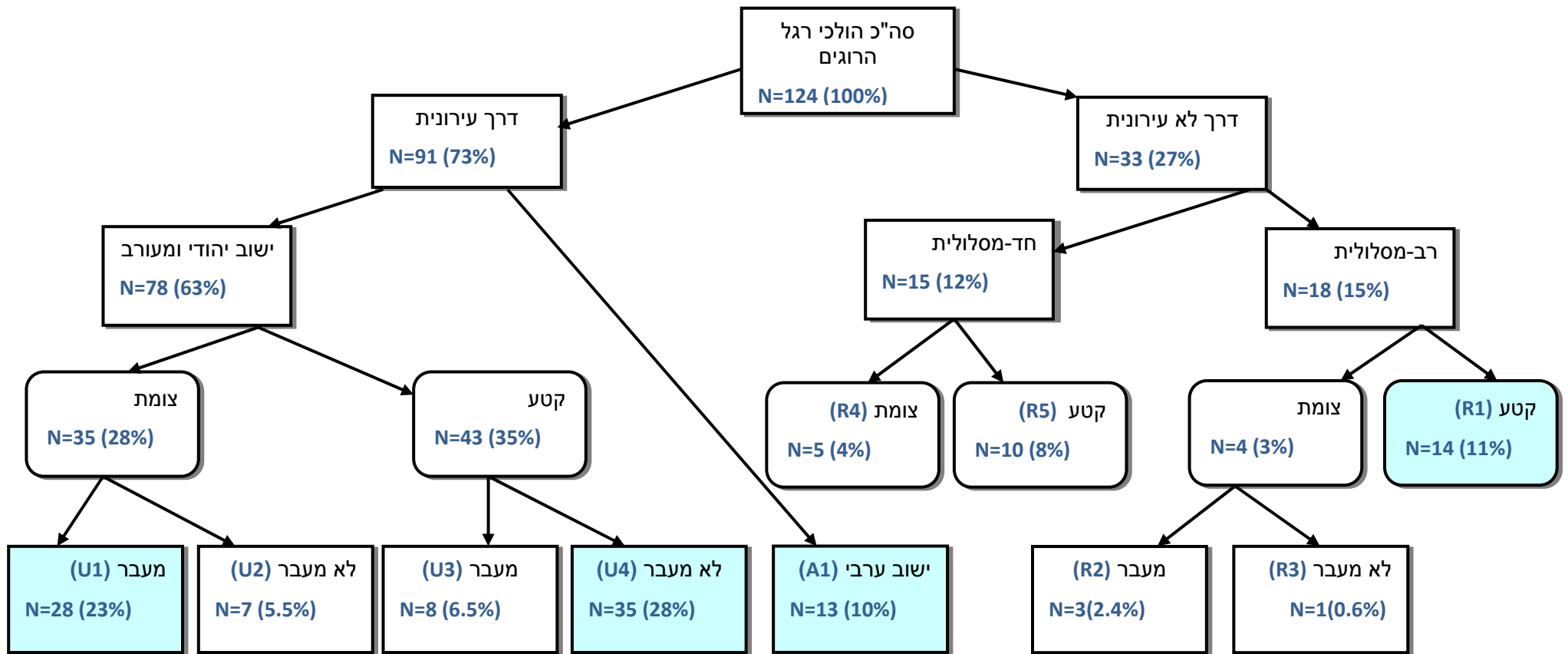
ניתן להבחין שחלוקת הולכי רגל הרוגים בין דרך עירונית ולא עירונית דומה בשנת 2007 לשנים קודמות. עם זאת, בקרב הרוגים בדרך עירונית ירד ריכוז ההרוגים בקטע ועלה ריכוז ההרוגים בצומת (בעיקר, במעבר חצייה בצומת), כאשר בקרב הרוגים בדרך לא עירונית ירד ריכוז ההרוגים בדרך רב-מסלולית ועלה ריכוז ההרוגים בדרך חד-מסלולית.

ריכוזים גבוהים של הרוגים הולכי הרגל בשנת 2007 מתקשרים עם **דפוסי תאונות** אלה (ראה ציור 2.27):

- * תאונה לא במעבר חציה בקטע דרך עירונית בישוב יהודי/מעורב (U4 – 28% מהמקרים);
- * תאונה במעבר חצייה בצומת עירוני בישוב יהודי/מעורב (U1 – 23%);
- * תאונה בישוב ערבי (A1 – 10%);
- * תאונה בקטע דרך לא עירונית דו-מסלולית (R1 – 11% מהמקרים).

דפוסי תאונות אלה היו מובילים גם בשנים קודמות. בשנת 2007 לעומת שנים קודמות, לא נצפה ריכוז גבוה של תאונות מסוג U2 (תאונה לא במעבר חצייה בצומת עירוני בישוב יהודי/מעורב).

בכל דפוסי התאונות המובילים בשנת 2007: U1, U4, A1, R1 – נשמרו כבולטים אותם מאפייני התאונות שנצפו בשנים קודמות (ראה טבלה 2.6). כלומר, ניתן לציין יציבות של דפוסי התאונות שנבנו במחקר. עם זאת, בשנת 2007, בכל הדפוסים המובילים, היה אחוז גבוה יותר של **תאונות** לילה וכמו כן, אחוז גבוה יותר של מקרים בהם נטען שהולך רגל חצה כשהוא **מוסתר/התפרץ לכביש**.



ציור 2.27. דפוסי תאונות בהן נהרגו הולכי רגל בישראל, בשנת 2007.

טבלה 2.6. מאפיינים נוספים של דפוסי התאונות בהן נהרגו הולכי רגל בישראל, בשנת 2007.

		U1	U2	U3	U4	A1	R1	R2	R3	R4	R5
גורם תאונה	נהג	71%	86%	88%	57%	54%	50%	33%	100%	60%	30%
	הולך רגל	21%		13%	34%	46%	50%	67%		20%	70%
	אחר	7%	14%		9%					20%	
יום /לילה	יום	57%	29%	38%	46%	62%	29%	33%	100%	100%	40%
	לילה	43%	71%	63%	54%	38%	71%	67%			60%
קיום תאורה	ראות משובשת/לא קיימת תאורה/תאורה לא תקינה בלילה	21%	14%	50%	17%	23%	43%				30%
	אור יום/קיימת תאורה תקינה במקום	79%	86%	50%	83%	77%	57%	100%	100%	100%	70%
קיום מפרדה	אין מפרדה	29%	57%	25%	46%	77%				60%	100%
	יש מפרדה	71%	43%	75%	54%	23%	100%	100%	100%	40%	
האם תאונה בעת חצייה	לא בעת חצייה		14%		20%	31%	14%		100%	40%	10%
	בעת חצייה	100%	86%	100%	80%	69%	86%	100%		60%	90%
אופן חציית כביש	חצה כשהוא מוסתר/התפרץ על הכביש	43%		25%	71%	100%	92%	67%		100%	78%
	חצה רגיל	57%	100%	75%	29%		8%	33%			22%
חצייה-לא חצה	הלך בכיוון התנועה				3%						
	הלך נגד										10%
	שיחק על הכביש									20%	
	עמד על הכביש				3%	8%	7%				
	היה על שוליים או מדרכה		14%		6%				100%		
	אחר				6%	15%	7%			20%	
	לא ידוע	100%	86%	100%	83%	77%	86%	100%		60%	90%
מזג אוויר	גשום	7%		13%			7%				
	בהיר	93%	100%	88%	100%	100%	93%	100%	100%	100%	100%
פני כביש	רטוב	11%			3%	10%					
	יבש	89%	100%	100%	97%	90%	100%	100%	100%	100%	100%
יום בשבוע	שבת	7%	14%		6%	15%	14%	33%			
	יום אחר	93%	86%	100%	94%	85%	86%	67%	100%	100%	100%
גודל יישוב	עד 10,000	4%				31%					
	10,000-50,000	18%	14%	13%	17%	69%					

		U1	U2	U3	U4	A1	R1	R2	R3	R4	R5
	50,000-200,000	29%	57%	63%	49%						
	200,000+	50%	29%	25%	34%						
קבוצת אוכלוסייה	יהודים ואחרים	86%	100%	100%	83%		86%	100%	100%	60%	40%
	ערבים	14%			17%	100%	14%			40%	60%
מין	גברים	50%	57%	38%	66%	69%	79%	33%	100%	80%	80%
	נשים	50%	43%	63%	34%	31%	21%	67%		20%	20%
גיל	0-16				23%	85%				40%	10%
	17-64	32%	57%	25%	49%	8%	79%	33%	100%	60%	60%
	65+	68%	43%	75%	29%	8%	21%	67%			30%
סה"כ	שכיחות	28	7	8	35	13	14	3	1	5	10
	אחוז	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

2.3.3. דפוסי תאונות בהן נפגעו הולכי רגל

תאונות בדרך עירונית

ציור 2.28 מציג פילוח מסכם של נפגעים הולכי רגל בדרך עירונית, בשנים 2005-2006. סיווג המקרים נקבע לפי מיקום התאונה, בעזרת מאפיינים אלה: סוג וגודל ישוב, סוג אתר (צומת/קטע), מיקום תאונה (במעבר/לא במעבר חציה). טבלה 2.7 מסכמת מאפיינים נוספים של סוגי תאונות אלה.

ניתן להבחין שריכוזים גבוהים של תאונות בהן נפגעו הולכי רגל נצפו בישובים אלה: ישוב יהודי עד 50 אלף תושבים (18%), ישוב יהודי בגודל 200-50 אלף תושבים (33%) וישוב מעורב גדול (33%). כמו כן, בישובים גדולים יותר (יהודי עם 200-50 אלף תושבים; מעורב מעל 200 תושבים) נצפו ריכוזים גבוהים של תאונות הולכי רגל גם בצמתים וגם בקטעים. לעומת זאת, בישובים קטנים יותר (יהודי עד 50 אלף תושבים, ישוב ערבי) ריכוזי תאונות הולכי רגל היו בעיקר בקטעי רחובות (לא במעבר חציה).

סה"כ, מקרב 28 סוגי מיקום, ריכוזים גבוהים של נפגעים הולכי רגל נצפו ב-8, מתוכם: שני סוגי מיקום במעבר חציה בצומת; שני סוגי מיקום במעבר חציה בקטע רחוב ו-ארבעה סוגי מיקום לא במעבר חציה בקטע רחוב (בנוסף, ריכוזים גבוהים יחסית של נפגעים הולכי רגל נצפו ב-4 סוגי מיקום, כולל: מעבר חציה בקטע, מעבר חציה בצומת ושני סוגי מיקום לא במעבר חציה בצומת). להלן פירוט דפוסי תאונות אלה (ראה טבלה 2.7):

(1) הולכי רגל שנפגעו במעבר חציה בצומת – ריכוזים גבוהים בישוב יהודי בינוני-גדול (200-50 אלף תושבים) ובישוב מעורב גדול (מעל 200 אלף תושבים); ריכוז גבוה יחסית בישוב יהודי קטן. בישובים אלה, רוב התאונות (72%-60%) היו ביום, ברוב האתרים (62%-59%) ישנה הפרדה בין כיווני התנועה; ברוב המקרים (83%-74%) הולך רגל חצה רגיל, ב-24%-15% מהמקרים - התפרץ לשטח הכביש (ב 3%-2% בלבד לא חצה). בקרב הנפגעים, 28%-16% היו ילדים (בני 16-0), 24%-20% היו קשישים (בני +65), כאשר רוב הנפגעים (60%-52%) הם אנשים מבוגרים. 64%-60% מהנפגעים היו נשים. רוב הנפגעים היו באורח קל, כאשר 14%-10% נפגעו באורח קשה.

(2) הולכי רגל שנפגעו במעבר חציה בקטע רחוב – ריכוזים גבוהים בישוב יהודי בינוני-גדול (200-50 אלף תושבים) ובישוב מעורב גדול (מעל 200 אלף תושבים), וריכוז גבוה יחסית בישוב יהודי קטן. בישובים אלה, רוב התאונות (73%-71%) היו ביום, ברוב האתרים (58%-55%) ישנה הפרדה בין כיווני התנועה; ברוב המקרים (85%-77%) הולך רגל חצה רגיל, כאשר ב 22%-14% מהמקרים - התפרץ לשטח הכביש (ב 2%-1% בלבד לא חצה). בקרב הנפגעים, 32%-20% היו ילדים (בני 0-16), 25%-21% היו קשישים (בני +65), כאשר כמחצית הנפגעים (57%-47%) הם אנשים מבוגרים. 64%-62% מהנפגעים היו נשים. רוב הנפגעים היו באורח קל, כאשר 13%-11% נפגעו באורח קשה.

(3) הולכי רגל שנפגעו לא במעבר חציה בקטע רחוב – ריכוזים גבוהים בישוב ערבי, בישוב יהודי קטן (עד 50 אלף תושבים), בישוב יהודי בינוני-גדול (200-50 אלף תושבים) ובישוב מעורב גדול (מעל 200 אלף תושבים). ביותר ממחצית המקרים (59%-56%) הולך רגל חצה כביש, כאשר בחלק ניכר

מהמקרים (41%-44%) הולך רגל נפגע לא בעת חצייה. רוב התאונות (66%-72%) היו ביום. ברוב אתרי התאונות (66%-77% במגזר היהודי, 86% במגזר הערבי) לא הייתה הפרדה בין כיווני התנועה. בחלק ניכר ממקרי החצייה (60%-69% במגזר היהודי, 81% במגזר הערבי) נטען שהולך הרגל היה מוסתר מפני הנהג/התפרץ לכביש. בקרב הנפגעים במגזר היהודי 23%-34% היו ילדים (בני 0-16), 21%-27% היו קשישים (בני +65); בקרב הנפגעים במגזר הערבי 66% היו ילדים. 45%-52% מהנפגעים במגזר היהודי היו נשים (40% במגזר הערבי). חלק גבוה יחסית מהנפגעים בנסיבות אלה היו באורח קשה: 25%-41% במגזר היהודי, 60% במגזר הערבי.

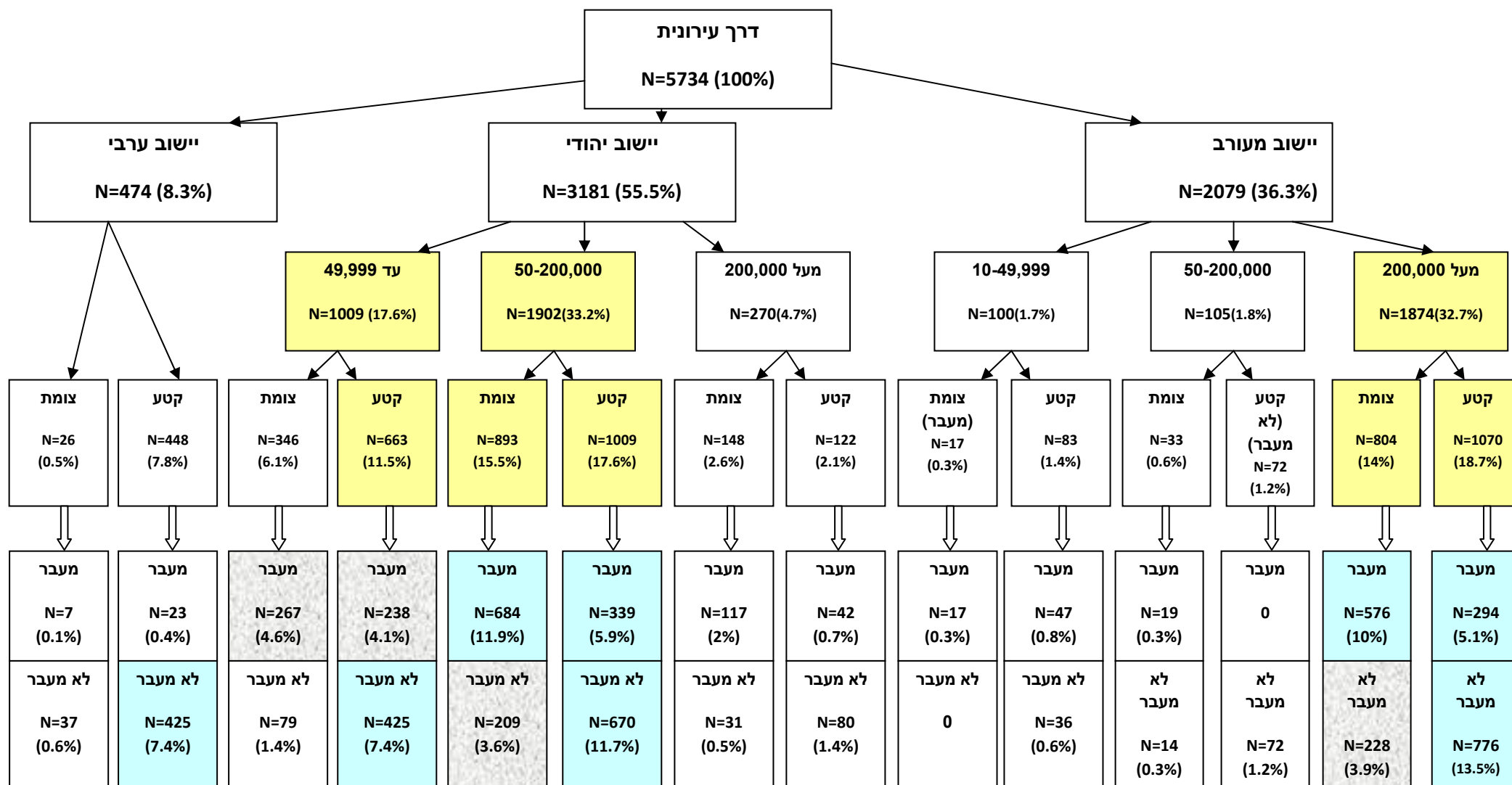
(4) הולכי רגל שנפגעו לא במעבר חצייה בצומת – ריכוזים גבוהים יחסית בישוב יהודי בינוני-גדול ובישוב מעורב גדול. בכמחצית המקרים (48%-52%) הולך רגל נפגע לא בעת חצייה. רוב התאונות (69%-71%) היו ביום. ברוב אתרי התאונות (56%) לא הייתה הפרדה בין כיווני התנועה. בחלק ניכר ממקרי החצייה (60%-67%) הולך הרגל היה מוסתר מפני הנהג/התפרץ לכביש. בקרב הנפגעים, 13%-18% היו ילדים (בני 0-16), 27%-28% היו קשישים (בני +65), כאשר הרוב (55%-59%) היו אנשים מבוגרים. 50%-62% מהנפגעים היו נשים. חלק גבוה יחסית מהנפגעים (20%) היו באורח קשה.

סה"כ, דפוסים עיקריים של תאונות הולכי רגל במעבר חצייה מוסדר בצומת או בקטע רחוב מרכזות 26% ו-15%, בהתאמה, מכלל הנפגעים, כאשר דפוס תאונות הולכי רגל לא במעבר חצייה, בקטע רחוב, מרכזות אחוז גבוה יותר - 40% מכלל הנפגעים (בנוסף, דפוס תאונות הולכי רגל לא במעבר חצייה, בצומת, מרכזות 7.5% מהנפגעים). בקבוצות התאונות שלא במעבר חצייה בולט המאפיין של אי-צפייה של נהג הרכב לחציית הולך רגל וכמו כן, אחוז ניכר מהולכי הרגל שנפגעו לא בעת החצייה. בקבוצות תאונות אלה נצפה אחוז גבוה יותר (בקטע רחוב – באופן משמעותי) של נפגעים באורח קשה.

בכל דפוס תאונות המובילים עם נפגעים הולכי הרגל נצפתה מעורבות גבוהה של ילדים וקשישים אשר ביחד מגיעים למחצית או יותר מסה"כ הנפגעים בתאונות אלה. במגזר הערבי נצפתה מעורבות חריגה של ילדים בתאונות הולכי רגל (בקטע רחוב, ללא מעבר) – 66%.

כללית, ריכוזי התאונות (דפוס תאונות מובילים) שזוהו בניתוח נפגעים הולכי רגל בשנים 2005-2006, מתאימים גם לאפיון נפגעים הולכי רגל בשנת 2007. תוצאות הצבה זו מוצגות בציר 2.29. עם זאת, בשנת 2007 לעומת שנים קודמות, היו יותר ריכוזים של תאונות הולכי רגל במעבר חצייה בצומת.

סה"כ, בשנת 2007, מקרב 28 סוגי מיקום, ריכוזים גבוהים או גבוהים יחסית של נפגעים הולכי רגל נצפו ב-11, מתוכם: שלושה סוגי מיקום במעבר חצייה בצומת (שמרכזים כ-31% מכלל הנפגעים); שלושה סוגי מיקום במעבר חצייה בקטע רחוב (כ-17% מכלל הנפגעים), ארבעה סוגי מיקום לא במעבר חצייה בקטע רחוב (35% מכלל הנפגעים) ומיקום אחד לא במעבר חצייה בצומת (כ-4% מכלל הנפגעים).



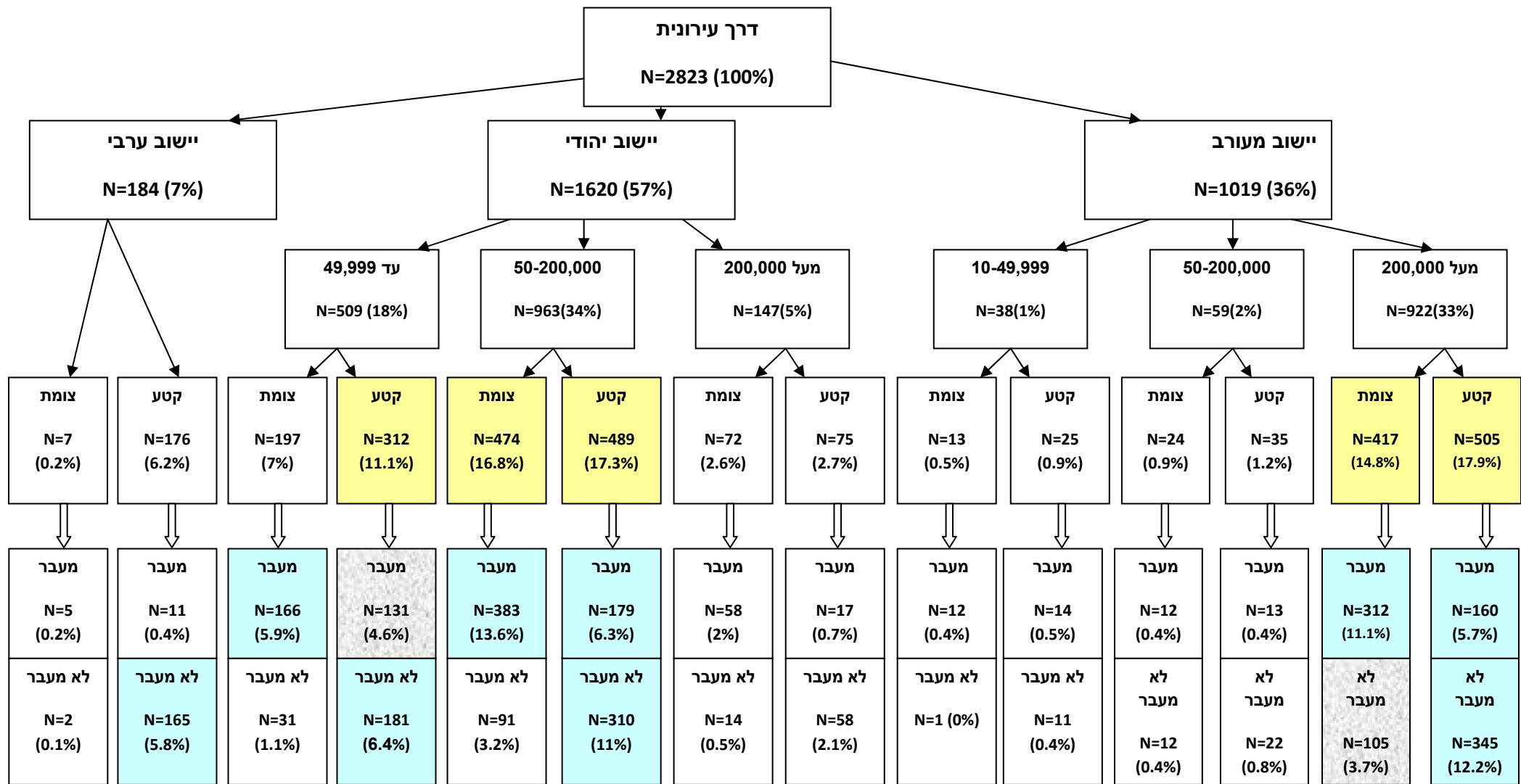
צור 2.28. דפוסי תאונות בדרך עירונית בהן נפגעו הולכי רגל, בשנים 2005-2006.

טבלה 2.7. מאפיינים נוספים של דפוסי התאונות בדרך עירונית בהן נפגעו הולכי רגל, בשנים 2005-2006.

		צומת מעבר							קטע מעבר					
		דרך עירונית ישוב ערבי צומת מעבר	דרך עירונית ישוב יהודי עד 49999 צומת מעבר	דרך עירונית ישוב יהודי 50-200 צומת מעבר	דרך עירונית ישוב יהודי +200 צומת מעבר	דרך עירונית ישוב מעורב 10-49999 צומת מעבר	דרך עירונית ישוב מעורב 50-200 צומת מעבר	דרך עירונית ישוב מעורב 200+ צומת מעבר	דרך עירונית ישוב ערבי קטע מעבר	דרך עירונית ישוב יהודי עד 49999 קטע מעבר	דרך עירונית ישוב יהודי 50-200 קטע מעבר	דרך עירונית ישוב יהודי +200 קטע מעבר	דרך עירונית ישוב מעורב 10-49999 קטע מעבר	דרך עירונית ישוב מעורב 200+ קטע מעבר
תקופת יום	לילה	57.1%	39.7%	28.4%	36.8%	25.0%	36.8%	28.6%	26.1%	28.6%	26.8%	26.2%	23.4%	28.6%
	יום	42.9%	60.3%	71.6%	63.2%	75.0%	63.2%	71.4%	73.9%	71.4%	73.2%	73.8%	76.6%	71.4%
קיום מפרדה	אין מפרדה	28.6%	37.8%	37.9%	25.6%	18.8%	21.1%	41.5%	43.5%	44.5%	44.8%	38.1%	10.6%	42.5%
	יש מפרדה	71.4%	62.2%	62.1%	74.4%	81.3%	78.9%	58.5%	56.5%	55.5%	55.2%	61.9%	89.4%	57.5%
אופן חצייה	מוסתר/מתפרץ		14.6%	15.9%	12.8%	37.5%	26.3%	24.0%	21.7%	13.9%	21.5%	16.7%	4.3%	15.3%
	חצה רגיל	100.0%	83.1%	81.6%	87.2%	56.3%	73.7%	74.0%	73.9%	84.9%	77.3%	83.3%	95.7%	82.3%
	לא חצה		2.2%	2.5%		6.3%		2.1%	4.3%	1.3%	1.2%			2.4%
קבוצת אוכלוסייה	ערבים	100.0%	0.8%	1.2%		25.0%	15.8%	5.5%	100.0%	2.1%			6.4%	11.1%
	יהודים ואחרים		99.2%	98.8%	100.0%	75.0%	84.2%	94.5%		97.9%	100.0%	100.0%	93.6%	88.9%
גיל	0-16	57.1%	28.1%	24.3%	25.0%	18.8%	26.3%	15.8%	47.8%	32.4%	28.3%	31.0%	21.3%	19.8%
	17-64	28.6%	52.1%	51.8%	50.9%	56.3%	15.8%	59.9%	39.1%	46.6%	46.7%	40.5%	53.2%	57.3%
	65+	14.3%	19.8%	23.9%	24.1%	25.0%	57.9%	24.3%	13.0%	21.0%	25.0%	28.6%	25.5%	22.9%
מין	נשים	42.9%	64.0%	60.1%	58.1%	62.5%	52.6%	60.1%	43.5%	61.8%	64.3%	52.4%	70.2%	61.9%
	גברים	57.1%	36.0%	39.9%	41.9%	37.5%	47.4%	39.9%	56.5%	38.2%	35.7%	47.6%	29.8%	38.1%
חומרת פגיעה	פצוע קשה	14.3%	13.1%	10.1%	8.5%	12.5%	21.1%	13.7%	26.1%	13.0%	10.9%	7.1%	17.0%	12.2%
	פצוע קל	85.7%	86.9%	89.9%	91.5%	87.5%	78.9%	86.3%	73.9%	87.0%	89.1%	92.9%	83.0%	87.8%
סה"כ	שכיחות	7	267	684	117	17	19	576	23	238	339	42	47	294
	אחוז	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

טבלה 2.7 (המשך)

		צומת לא מעבר						קטע לא מעבר						
		דרך עירונית ישוב ערבי צומת לא מעבר	דרך עירונית ישוב יהודי עד 49999 מעבר	דרך עירונית ישוב יהודי 50-200 צומת לא מעבר	דרך עירונית ישוב יהודי +200 צומת לא מעבר	דרך עירונית ישוב מעורב 50-200 צומת לא מעבר	ד. עירונית ישוב מעורב 200+ צומת לא מעבר	דרך עירונית ישוב ערבי קטע לא מעבר	דרך עירונית ישוב יהודי עד 49999 מעבר	דרך עירונית ישוב יהודי 50-200 קטע לא מעבר	דרך עירונית ישוב יהודי +200 קטע לא מעבר	דרך עירונית ישוב מעורב 10-49999 קטע לא מעבר	דרך עירונית ישוב מעורב 50-200 קטע לא מעבר	דרך עירונית ישוב מעורב 200+ קטע לא מעבר
בעת חצייה	לא חצה	10.8%	50.6%	51.7%	48.4%	26.7%	48.2%	40.5%	44.0%	40.6%	42.5%	38.9%	31.5%	41.1%
	חצה	89.2%	49.4%	48.3%	51.6%	73.3%	51.8%	59.5%	56.0%	59.4%	57.5%	61.1%	68.5%	58.9%
אלה שלא חצו	הלך בכיוון התנועה		2.5%	7.2%	3.2%		3.9%	4.9%	4.9%	4.6%	1.3%	8.3%	3.7%	3.9%
	הלך נגד כיוון התנועה			1.9%				1.4%	2.1%	0.6%		5.6%		0.6%
	שיחק על הכביש						0.4%	3.1%	0.5%	0.6%			3.7%	0.1%
	עמד על הכביש		2.5%	4.3%		6.7%	3.9%	7.5%	9.4%	6.3%	6.3%	11.1%	1.9%	9.5%
	היה על אי הפרדה		2.5%	2.9%	3.2%		1.8%	0.2%		0.6%	1.3%			0.3%
	היה על השוליים/מדרכה	5.4%	6.3%	4.8%	3.2%	6.7%	7.9%	6.1%	10.6%	9.6%	7.5%	5.6%	7.4%	8.6%
	אחר	2.7%	21.5%	11.0%	19.4%		14.0%	12.5%	7.3%	9.3%	10.0%	8.3%	7.4%	9.9%
	לא יודע	91.9%	64.6%	67.9%	71.0%	86.7%	68.0%	64.2%	65.2%	68.5%	73.8%	61.1%	75.9%	67.0%
תקופת יום	לילה	32.4%	26.6%	31.1%	41.9%	33.3%	29.4%	32.5%	33.6%	28.5%	45.0%	13.9%	35.2%	31.7%
	יום	67.6%	73.4%	68.9%	58.1%	66.7%	70.6%	67.5%	66.4%	71.5%	55.0%	86.1%	64.8%	68.3%
קיום מפרדה	אין מפרדה	56.8%	60.8%	56.5%	41.9%	40.0%	56.1%	86.4%	77.4%	70.4%	66.3%	69.4%	63.0%	65.9%
	יש מפרדה	43.2%	39.2%	43.5%	58.1%	60.0%	43.9%	13.6%	22.6%	29.6%	33.8%	30.6%	37.0%	34.1%
אופן חצייה	מוסתר/מתפרץ	50.0%	69.4%	67.0%	18.8%	40.0%	60.0%	81.3%	68.8%	67.8%	64.4%	59.1%	77.8%	59.9%
	חצה רגיל	50.0%	30.6%	33.0%	81.3%	60.0%	40.0%	18.7%	31.2%	32.2%	35.6%	40.9%	22.2%	40.1%
קבוצת אוכלוסייה	ערבים	56.8%	2.5%	1.9%		26.7%	7.3%	94.1%	8.3%	2.1%		25.0%	35.8%	21.1%
	יהודים ואחרים	43.2%	97.5%	98.1%	100.0%	73.3%	92.7%	5.9%	91.7%	97.9%	100.0%	75.0%	64.2%	78.9%
גיל	0-16	54.1%	30.7%	18.0%	16.1%	40.0%	12.7%	66.4%	34.1%	29.0%	30.8%	47.2%	48.1%	22.7%
	17-64	27.0%	50.7%	54.5%	64.5%	46.7%	59.1%	27.9%	44.2%	44.5%	46.2%	30.6%	35.2%	56.0%
	65+	18.9%	18.7%	27.5%	19.4%	13.3%	28.2%	5.7%	21.6%	26.5%	23.1%	22.2%	16.7%	21.3%
מין	נשים	37.8%	53.2%	62.2%	58.1%	53.3%	50.0%	40.0%	45.2%	52.2%	52.5%	38.9%	44.4%	45.1%
	גברים	62.2%	46.8%	37.8%	41.9%	46.7%	50.0%	60.0%	54.8%	47.8%	47.5%	61.1%	55.6%	54.9%
חומרת פגיעה	פצוע קשה	21.6%	17.7%	19.6%	54.8%	20.0%	19.7%	60.0%	40.9%	25.4%	45.0%	66.7%	29.6%	24.6%
	פצוע קל	78.4%	82.3%	80.4%	45.2%	80.0%	80.3%	40.0%	59.1%	74.6%	55.0%	33.3%	70.4%	75.4%
סה"כ	שכיחות	37	79	209	31	15	228	425	425	670	80	36	72	776
	אחוז	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%



ציור 2.29. דפוסי תאונות בדרך עירונית בהן נפגעו הולכי רגל, בשנת 2007.

תאונות בדרך לא עירונית

ציור 2.30 מציג פילוח מסכם של נפגעים הולכי רגל בדרך לא עירונית, בשנים 2005-2006. סיווג המקרים נקבע לפי מיקום התאונה, בעזרת מאפיינים אלה: סוג אתר (צומת/קטע דרך); סוג דרך (חד-מסלולית או רב-מסלולית) עבור תאונות קטע; סוג צומת (מרומזר או לא מרומזר) עבור תאונות צומת; סוג פעולת הולך רגל (חצה במעבר חצייה או לא במעבר חצייה). טבלה 2.8 מסכמת מאפיינים נוספים של סוגי תאונות אלה.

ניתן להבחין בציור 2.30 שיותר תאונות עם נפגעים הולכי רגל בדרכים לא עירוניות היו בקטעי דרך מאשר בצמתים, כאשר מרבית התאונות היו לא במעברי חצייה מוסדרים. יותר נפגעים הולכי רגל היו בקטעי דרכים דו-מסלוליות לעומת חד-מסלוליות וכמו כן, מספר נפגעים הולכי רגל בצמתים לא מרומזרים עולה במקצת על מספר הנפגעים בצמתים מרומזרים.

ריכוזים גבוהים של תאונות עם נפגעים הולכי רגל נצפו באתרים אלה: בצומת מרומזר במעבר חצייה (8.5%); בצומת מרומזר לא במעבר חצייה (9.5%); בצומת לא מרומזר לא במעבר חצייה (18%); בקטע דרך חד-מסלולית לא במעבר חצייה (13%); בקטע דרך דו-מסלולית לא במעבר חצייה (44%). מבחינת פירוט דפוסי תאונות אלה (ראה טבלה 2.8) עולה כי:

(1) הולכי רגל שנפגעו בצומת מרומזר במעבר חצייה – כל התאונות היו בעת חציית הדרך, כאשר רוב התאונות (64%) היו ביום, ברוב האתרים (91%) ישנה הפרדה בין כיווני התנועה; ברוב המקרים (73%) הולך רגל חצה רגיל ולא התפרץ לשטח הכביש. בקרב הנפגעים 82% היו אנשים מבוגרים (ייצוג נמוך של ילדים וקשישים). 55% מהנפגעים היו גברים. חלק ניכר מהנפגעים – 41% היו באורח קשה.

(2) הולכי רגל שנפגעו בצומת מרומזר לא במעבר חצייה – רוב התאונות (64%) היו בעת חציית הדרך, כאשר ב-36% מהמקרים הולך רגל לא חצה כביש. ברוב מקרי החצייה (73%) הולך רגל היה מוסתר/התפרץ לשטח הכביש. יותר ממחצית התאונות (56%) היו ביום, ברוב האתרים (84%) ישנה הפרדה בין כיווני התנועה. בקרב הנפגעים 80% היו אנשים מבוגרים (ייצוג נמוך של ילדים וקשישים). 56% מהנפגעים היו נשים. יותר ממחצית מהנפגעים – 52% היו באורח קשה.

(3) הולכי רגל שנפגעו בצומת לא מרומזר לא במעבר חצייה – ברוב התאונות (58%) הולך רגל לא חצה כביש, כאשר רק 42% מהמקרים היו בעת חציית הדרך. ברוב מקרי החצייה (71%) הולך רגל היה מוסתר/התפרץ לשטח הכביש. רוב התאונות (71%) היו ביום, ברוב האתרים (65%) ישנה הפרדה בין כיווני התנועה. 34% מהנפגעים היו מהמגזר הערבי. בקרב הנפגעים 66% היו אנשים מבוגרים ו-19% ילדים (בני 0-16). 58% מהנפגעים היו גברים. יותר משליש מהנפגעים (35%) היו באורח קשה.

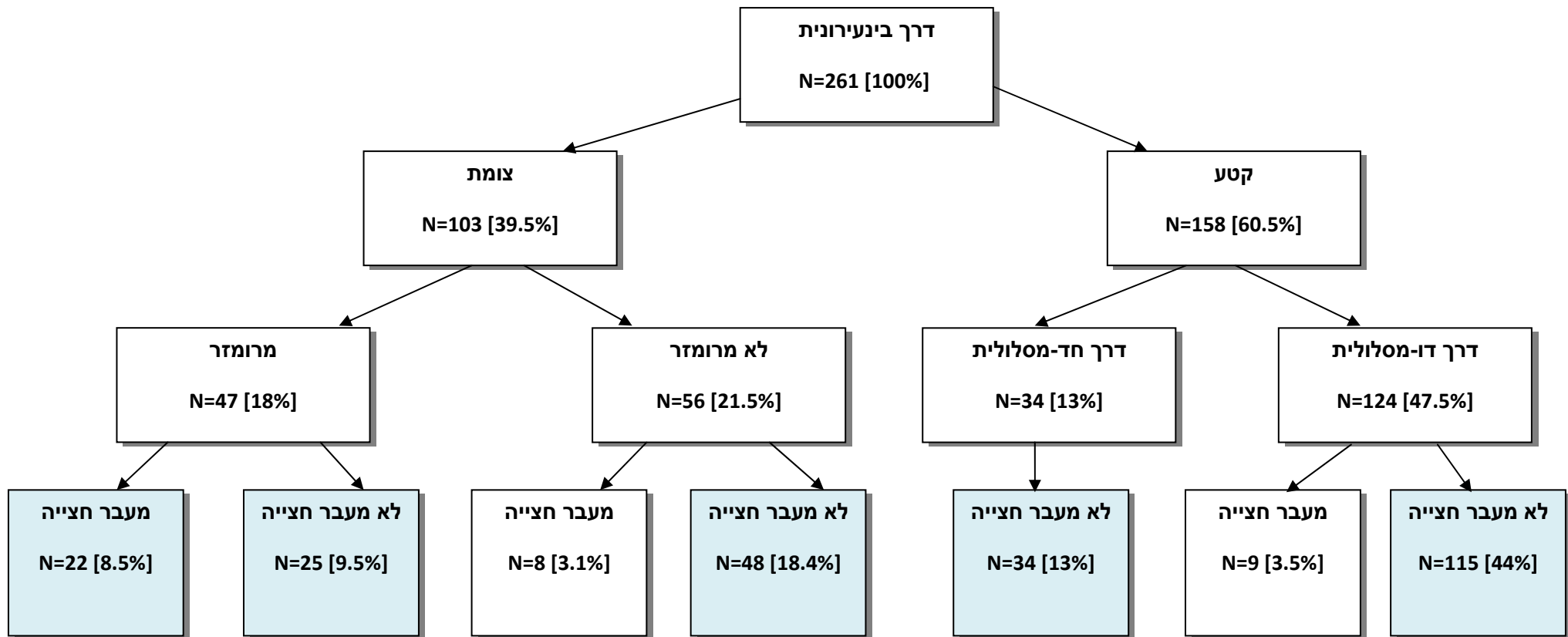
(4) הולכי רגל שנפגעו בקטע דרך חד-מסלולית לא במעבר חצייה – מעל מחצית התאונות (53%) היו בעת חציית הדרך, כאשר ב-47% מהמקרים הולך רגל לא חצה כביש. ברוב מקרי החצייה (88%) הולך רגל היה מוסתר/התפרץ לשטח הכביש. רוב התאונות (56%) היו בלילה, רוב האתרים (68%) ללא הפרדה בין כיווני התנועה. 44% מהנפגעים היו מהמגזר הערבי. בקרב הנפגעים 67% היו

אנשים מבוגרים ו-23% ילדים (בני 0-16). 68% מהנפגעים היו גברים. רוב הנפגעים – 59% היו באורח קשה.

(5) הולכי רגל שנפגעו בקטע דרך דו-מסלולית לא במעבר חצייה – מעל מחצית התאונות (54%) היו בעת חציית הדרך, כאשר ב-46% מהמקרים הולך רגל לא חצה כביש. ברוב מקרי החצייה (81%) הולך רגל היה מוסתר/התפרץ לשטח הכביש. מעל מחצית התאונות (52%) היו ביום, ברוב האתרים (70%) ישנה הפרדה בין כיווני התנועה. 32% מהנפגעים היו מהמגזר הערבי. בקרב הנפגעים 77% היו אנשים מבוגרים ו-18% ילדים (בני 0-16). 73% מהנפגעים היו גברים. רוב הנפגעים – 60% היו באורח קשה.

בכל דפוסי התאונות עם נפגעים הולכי רגל בשטח לא עירוני בולט אחוז משמעותי של נפגעים באורח קשה. ברוב התאונות מעורבים אנשים מבוגרים, עם אחוז נמוך יחסית של קשישים, כאשר מעורבות גבוהה יותר של ילדים נצפתה בתאונות בצומת לא מרומזר ובקטעי דרך. בכל דפוסי התאונות שאירעו לא במעבר חצייה, בצומת או בקטע דרך, נצפו מאפיינים משותפים שהם: בחלק משמעותי מהמקרים הולך רגל לא חצה כביש אלא היה בקרבת המיסעה; במרבית מקרי החצייה הולך רגל הפגיע את הנהג (היה מוסתר או התפרץ לשטח הכביש). מעורבות גבוהה של המגזר הערבי נמצאה בדפוסי תאונות הולכי רגל שאירעו לא במעבר חצייה, בצומת לא מרומזר או בקטע דרך.

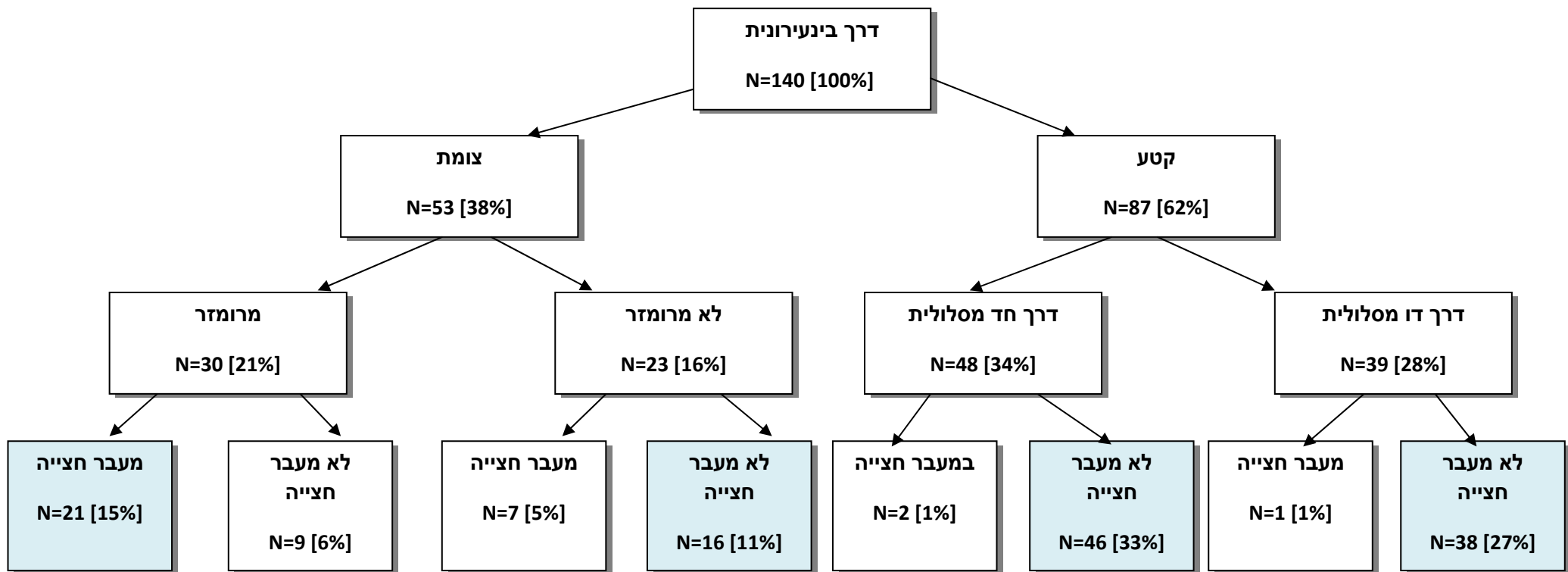
ריכוזי התאונות (דפוסי תאונות מובילים) שזוהו בניתוח נפגעים הולכי רגל בדרכים לא עירוניות בשנים 2005-2006, ככלל, מתאימים גם לאפיון נפגעים הולכי רגל בשנת 2007. תוצאות הצבה זו מוצגות בציר 2.31. עם זאת, בשנת 2007 לעומת שנים קודמות, היה ריכוז גבוה יותר של תאונות הולכי רגל במעבר חצייה בצומת מרומזר. כמו כן, בדומה לממצא בקרב הרוגים בשנת 2007, גם בקרב הולכי רגל נפגעים בדרך לא עירונית בשנת 2007 ירד ריכוז המקרים בדרך דו-מסלולית ועלה ריכוז המקרים בדרך חד-מסלולית.



ציור 2.30. דפוסי תאונות בדרך לא עירונית בהן נפגעו הולכי רגל, בשנים 2005-2006.

טבלה 2.8. מאפיינים נוספים של דפוסי התאונות בדרך לא עירונית בהן נפגעו הולכי רגל, בשנים 2005-2006.

מאפיינים		מיקום תאונות בדרך לא עירונית						
		צומת מרומזר מעבר חצייה	צומת לא מרומזר מעבר חצייה	צומת מרומזר לא מעבר חצייה	צומת לא מרומזר לא מעבר חצייה	קטע דרך חד- מסלולית לא מעבר חצייה	קטע דרך דו- מסלולית מעבר חצייה	קטע דרך דו- מסלולית לא מעבר חצייה
האם תאונה בעת חצייה	לא חצה			36.0%	58.3%	47.1%		46.1%
	חצה	100.0%	100.0%	64.0%	41.7%	52.9%	100.0%	53.9%
תקופת יום	לילה	36.4%	12.5%	44.0%	29.2%	55.9%	33.3%	47.8%
	יום	63.6%	87.5%	56.0%	70.8%	44.1%	66.7%	52.2%
קיום מפרדה	אין מפרדה	9.1%	25.0%	16.0%	35.4%	67.6%	22.2%	29.6%
	יש מפרדה	90.9%	75.0%	84.0%	64.6%	32.4%	77.8%	70.4%
אופן חצייה	מוסתר\מתפרץ	27.3%	37.5%	73.3%	70.6%	88.2%	33.3%	80.7%
	חצה רגיל	72.7%	62.5%	26.7%	29.4%	11.8%	66.7%	19.3%
קבוצת אוכלוסייה	ערבים	18.2%	42.9%	20.0%	34.0%	44.1%	22.2%	31.6%
	יהודים ואחרים	81.8%	57.1%	80.0%	66.0%	55.9%	77.8%	68.4%
אלה שלא חצו	הלך בכיוון התנועה			8.0%	2.1%	11.8%		4.3%
	הלך נגד כיוון התנועה				2.1%	2.9%		1.7%
	שיחק על הכביש				6.3%			0.9%
	עמד על הכביש			4.0%	2.1%			2.6%
	היה על אי הפרדה				10.4%			0.9%
	היה על השוליים/מדרכה			4.0%	8.3%	20.6%		13.9%
	אחר			20.0%	14.6%	8.8%		12.2%
	לא יודע	100.0%	100.0%	64.0%	54.2%	55.9%	100.0%	63.5%
גיל	0-16	9.1%	12.5%	16.0%	19.1%	23.3%	22.2%	17.6%
	17-64	81.8%	62.5%	80.0%	66.0%	66.7%	77.8%	76.9%
	65+	9.1%	25.0%	4.0%	14.9%	10.0%		5.6%
מין	נשים	45.5%	62.5%	56.0%	41.7%	32.4%	44.4%	27.0%
	גברים	54.5%	37.5%	44.0%	58.3%	67.6%	55.6%	73.0%
חומרת פגיעה	פצוע קשה	40.9%	37.5%	52.0%	35.4%	58.8%	44.4%	60.0%
	פצוע קל	59.1%	62.5%	48.0%	64.6%	41.2%	55.6%	40.0%
סה"כ	שכיחות	22	8	25	48	34	9	115
	אחוז	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%



ציור 2.31. דפוסי תאונות בדרך לא עירונית בהן נפגעו הולכי רגל, בשנת 2007.

2.4. סיכום

בהסתמך על הממצאים שהוצגו לעיל, אפיון מסכם של תופעת היפגעות הולכי הרגל בישראל יהיה כלהלן:

א. היקף וחומרת הבעיה

ע"פ נתוני הלמ"ס, מספר הולכי רגל הרוגים ונפגעים בתאונות הדרכים בישראל ירד בעשור האחרון. עם זאת, מיקום בעיית הולכי הרגל בקרב סה"כ ההרוגים והנפגעים בתאונות לא השתנה: לאורך השנים, שיעור נפגעים הולכי רגל היה 8%-9% מכלל הנפגעים בתאונות הדרכים, בעוד ששיעור הרוגים הולכי הרגל היה תמיד גבוה - **מעל 30% מסך ההרוגים** בתאונות. בשנת 2007, בתאונות הדרכים בישראל נהרגו 124 הולכי רגל (31% מכלל ההרוגים בתאונות), ונפגעו סה"כ 3087 הולכי הרגל (9.4% מכלל הנפגעים בתאונות).

מהשוואת היקף בעית היפגעות הולכי הרגל בתאונות הדרכים בישראל עם מדינות אחרות עולה שחלקם היחסי של הרוגים הולכי הרגל **גבוה משמעותית בישראל** לעומת רוב מדינות ה-OECD. כמו כן, מדד הרוגים הולכי רגל ל-100,000 אוכלוסיה גבוה יותר בישראל מאשר ברוב מדינות האיחוד האירופי.

ב. אפיון מפורט

רוב הולכי הרגל נהרגים **בדרך עירונית**. עם זאת, בישראל רבע מהם (שליש במדינות אירופה) נהרגים בדרכים הלא עירוניות. לעומת זאת, תאונות ברמות חומרה נמוכות יותר מתרחשות רובן (95%) בשטח עירוני.

כמחצית מהולכי רגל הרוגים ויותר ממחצית מהולכי רגל נפגעים נרשמו **בקטע דרך עירונית**. חלקו היחסי של צומת עירוני היה משמעותי בקרב הנפגעים (39%) ונמוך יותר בקרב ההרוגים (27%). כמו כן, בקרב הולכי רגל הרוגים לעומת הנפגעים עולה משמעותית חלקו היחסי של קטע דרך לא עירונית (17%) וכן, עולה חלקו היחסי של צומת לא עירוני.

רוב הולכי הרגל נפגעו **בעת חציית הכביש**. עם זאת, סה"כ מעל חמישית מהולכי הרגל לא חצו כביש בעת התאונה, כאשר אחוז זה גבוה במקצת בקרב הנפגעים לעומת ההרוגים: 23% לעומת 19%, בהתאמה.

שיעור הולכי הרגל **שלא חצו** בעת התאונה גבוה בקרב הולכי רגל הרוגים בקטע דרך עירונית (23%) ובצומת עירוני (25%). כמו כן, שיעור הולכי הרגל שלא חצו גבוה יותר בקרב הולכי רגל נפגעים בקטע דרך עירונית ולא עירונית: 30% ו-47%, בהתאמה. כלומר, בקטע דרך בכלל ובדרך לא עירונית במיוחד, קיימת בעיה של פגיעה בהולכי רגל שלא חוצים את הכביש אך נמצאים בקרבת המיסעה.

בקרב הולכי הרגל שאכן חצו את הכביש, כמחצית הפגיעות הקטלניות נרשמו כאשר הולך הרגל ניסה לחצות **לא במעבר חצייה בקטע דרך**, בעוד שמחצית הפגיעות הלא קטלניות היו **במעבר חצייה בלי רמזור**. כמו כן, מעבר חצייה בלי רמזור מרכז גם חלק ניכר מהפגיעות הקטלניות (22%), כאשר חציות שלא במעבר בקטע דרך מרכזות גם חלק משמעותי (28%) מהפגיעות הלא קטלניות. בנוסף,

17% מקרב הולכי רגל הרוגים היו במעבר חצייה עם רמזור ו-7% נוספים – לא במעבר חצייה ליד צומת.

כשליש מתאונות הולכי הרגל מתרחש בלילה, כאשר אחוז מקרי **לילה** גבוה משמעותית (46%) בקרב הולכי רגל הרוגים (זאת, בדומה לממוצע מדינות אירופה).

מניתוח תקופות השנה עולה שהן באירופה והן בישראל, יותר ממחצית הולכי הרגל נהרגים בתקופה קרה יותר של השנה: אוקטובר-מרץ.

הן בקרב הולכי רגל הרוגים והן בקרב הולכי רגל נפגעים, קבוצות הסיכון העיקריות הן **בני 65+**, עם סיכון מרבי בקרב **קשישים בני 75+**. בנוסף, בקרב הולכי רגל נפגעים קיימות מספר קבוצות עם סיכון גבוה יחסית שהן: ילדים בני 5-9, 10-14, 15-19 ומבוגרים בני 55-64.

בקרב הולכי רגל נפגעים החלוקה לגברים/נשים זהה למבנה האוכלוסייה. לעומת זאת, בקרב הולכי רגל הרוגים החלק היחסי של **גברים** גבוה משמעותית ועולה על חלקם באוכלוסייה.

חלקם היחסי של **ערבים** בקרב הולכי רגל הרוגים גבוה יותר מאשר חלקם באוכלוסייה, בעוד שחלקה היחסי של האוכלוסייה הערבית בקרב הולכי רגל נפגעים נמוך יותר מאשר חלקה באוכלוסייה.

ג. דפוסי תאונות בהן נהרגו הולכי רגל

בקרב הולכי רגל הרוגים, ריכוזים גבוהים מתקשרים עם דפוסי תאונות אלה:

* **תאונה לא במעבר חצייה בקטע דרך עירונית בישוב יהודי/מעורב (35% מהמקרים)**. ברוב המקרים הולך רגל ניסה לחצות אך היה מוסתר מפני הנהג/התפרץ לכביש. כמו כן, כשליש מהתאונות היו בעת חצייה. מרבית התאונות אירעו בערים גדולות (מעל 50 אלף תושבים). בקרב ההרוגים, ייצוג גבוה של ילדים וקשישים.

* **תאונה בקטע דרך לא עירונית דו-מסלולית (16% מהמקרים)**. רוב המקרים היו בלילה, כאשר בחלק ניכר מהם דווח על בעיות תאורה. ברוב התאונות הולך הרגל ניסה לחצות את הכביש, כאשר בחלק ניכר ממקרים אלה הוא היה מוסתר מפני הנהג/התפרץ לכביש. כמו כן, בקרוב לשליש מהמקרים הולך הרגל לא חצה אלא נמצא בשולי הדרך. בקרב הרוגים בנסיבות אלה, ייצוג גבוה של אנשים מבוגרים, רובם גברים.

* **תאונה במעבר חצייה בצומת עירוני בישוב יהודי/מעורב (12% מהמקרים)**. כל מקרי התאונות היו בעת החצייה. התאונות נצפו בישובים בכל הגדלים (מעל 10,000 תושבים). רוב ההרוגים בנסיבות אלה היו קשישים (בני 65+).

* **תאונה לא במעבר חצייה בצומת עירוני בישוב יהודי/מעורב (10% מהמקרים)**. רוב מקרי התאונות היו בעת חציית הדרך, כאשר ברובם הולך רגל היה מוסתר מפני הנהג/התפרץ לכביש. כמו כן, מעל לרבע מהמקרים אירעו לא בעת חצייה. התאונות נצפו בישובים בכל הגדלים, עם ריכוז מרבי בערים גדולות (מעל 200 אלף תושבים). רוב ההרוגים בנסיבות אלה היו קשישים (בני 65+).

* **תאונה בישוב ערבי** (9% מהמקרים). רוב מקרי התאונות היו בעת חציית הדרך, כאשר ברובם הולך רגל היה מוסתר מפני הנהג/התפרץ לכביש. בנוסף, קרוב ל-40% מהמקרים אירעו לא בעת חצייה. רוב ההרוגים בנסיבות אלה היו ילדים.

דפוסי תאונות אלה נמצאו כיציבים והתאימו לאפיון הרוגים הולכי רגל גם בשנת 2007. חלוקת הולכי רגל הרוגים בין דרך עירונית ולא עירונית דומה בשנת 2007 לשנים קודמות. עם זאת, בשנת 2007 לעומת שנים קודמות, בקרב הרוגים בדרך עירונית ירד ריכוז ההרוגים בקטע ועלה ריכוז ההרוגים בצומת (בעיקר, במעבר חציה בצומת), כאשר בקרב הרוגים בדרך לא עירונית ירד ריכוז ההרוגים בדרך רב-מסלולית ועלה ריכוז ההרוגים בדרך חד-מסלולית.

ריכוזים גבוהים של הרוגים הולכי הרגל בשנת 2007 מתקשרים עם דפוסי תאונות אלה:
* תאונה לא במעבר חצייה בקטע דרך עירונית בישוב יהודי/מעורב (28% מהמקרים);
* תאונה במעבר חצייה בצומת עירוני בישוב יהודי/מעורב (23%);
* תאונה בישוב ערבי (10%);
* תאונה בקטע דרך לא עירונית דו-מסלולית (11% מהמקרים).

(הדפוס "תאונה לא במעבר חצייה בצומת עירוני בישוב יהודי/מעורב" שנקבע בשנים קודמות, לא מופיע בריכוז גבוה בשנת 2007).

ד. דפוסי תאונות בהן נפגעו הולכי רגל

בקרב הולכי רגל נפגעים בדרך עירונית, ריכוזים גבוהים של תאונות היו: במעבר חצייה בצומת, במעבר חצייה בקטע רחוב ו-לא במעבר חצייה בקטע רחוב. בשנים 2005-2006, דפוסים עיקריים של תאונות אלה ריכוז 26%, 15% ו-40% מכלל הנפגעים, בהתאמה. (בנוסף, דפוסים עיקריים של תאונות לא במעבר חצייה בצומת ריכוז כ-8% מהנפגעים).

בקרב התאונות שאירעו לא במעבר חצייה בולטים שני מאפיינים: אחוז המקרים בהם הולך רגל שחצה היה מוסתר מפני הנהג/התפרץ לכביש ו-אחוז ניכר מהולכי הרגל שנפגעו לא בעת החצייה. בקבוצות תאונות אלה נצפה אחוז גבוה יותר (בקטע רחוב - באופן משמעותי) של נפגעים באורח קשה.

בכל דפוסי התאונות המובילים נצפתה מעורבות גבוהה של ילדים וקשישים אשר ביחד מגיעים למחצית או יותר מסה"כ הנפגעים בתאונות אלה. בישוב ערבי, נצפתה מעורבות חריגה של ילדים בתאונות הולכי רגל (בקטע רחוב, ללא מעבר מוסדר) – 66%.

דפוסי תאונות דומים בקרב נפגעים הולכי רגל בדרכים עירוניות נצפו גם בשנת 2007. ריכוזים גבוהים או גבוהים יחסית של נפגעים הולכי רגל נצפו בסוגי מיקום אלה: במעבר חצייה בצומת (כ-31% מכלל הנפגעים) במעבר חצייה בקטע רחוב (כ-17%), לא במעבר חצייה בקטע רחוב (35%) ולא במעבר חציה בצומת (כ-4%). כלומר, בשנת 2007 לעומת שנים קודמות, היו יותר ריכוזים של תאונות הולכי רגל במעבר חצייה בצומת.

בקרב הולכי רגל נפגעים בדרך לא עירונית, היו יותר מקרים בקטעי דרך מאשר בצמתים, כאשר מרבית התאונות היו לא במעבר חצייה מוסדרים. ריכוזים גבוהים של תאונות היו באתרים אלה:

במעבר חצייה בצומת מרומזר; בצומת מרומזר לא במעבר חצייה; בצומת לא מרומזר לא במעבר חצייה; בקטע דרך חד-מסלולית לא במעבר חצייה ו-בקטע דרך דו-מסלולית לא במעבר חצייה.

בכל דפוסי התאונות בולט אחוז משמעותי של נפגעים באורח קשה. ברוב התאונות מעורבים אנשים מבוגרים, עם אחוז נמוך יחסית של קשישים, כאשר מעורבות גבוהה יותר של ילדים נצפתה בעיקר בתאונות בצומת לא מרומזר ובקטעי דרך. בכל דפוסי התאונות שאירעו לא במעבר חצייה, בצומת או בקטע דרך, נצפו מאפיינים כגון: בחלק משמעותי מהמקרים הולך רגל לא חצה כביש אלא היה בקרבת המיסעה; במרבית מקרי החצייה הולך רגל הפתיע את הנהג (היה מוסתר או התפרץ לשטח הכביש). מעורבות גבוהה של המגזר הערבי נמצאה בדפוסי תאונות הולכי רגל שאירעו לא במעבר חצייה, בצומת לא מרומזר או בקטע דרך.

דפוסי תאונות דומים בקרב נפגעים הולכי רגל בדרכים לא עירוניות נצפו גם בשנת 2007. עם זאת, בשנת 2007 לעומת שנים קודמות, היה ריכוז גבוה יותר של תאונות הולכי רגל במעבר חצייה בצומת מרומזר וכמו כן, ירד ריכוז הנפגעים בדרך דו-מסלולית ועלה ריכוז הנפגעים בדרך חד-מסלולית.

3. יצירת מאגר של פתרונות תשתית למניעת תאונות הולכי הרגל

3.1 ממצאים עיקריים מסקר ספרות מקצועית

3.1.1 שיטת הסקר

במחקרים שנערכו בארץ ובעולם הצטבר מידע וידע רב לגבי יעילותם של פתרונות תשתית שונים ואמצעים אחרים לצמצום היפגעותם של הולכי הרגל. לכן, במסגרת המחקר הנוכחי נערך סקר ספרות מקיף שמטרתו הייתה ליצור מאגר של פתרונות תשתית קיימים בארץ ובעולם לצמצום תופעת תאונות הולכי הרגל.

סקירת הספרות התמקדה במחקרים מהעשור האחרון שנערכו במדינות המפותחות כגון: ארה"ב, בריטניה, הולנד, שבדיה, אוסטרליה, בסקרי ידע עדכניים שנערכו ע"י ארגונים בינלאומיים באיחוד האירופי ובעולם וכמו כן, כללה מחקרים שנערכו בישראל ובמדינות העולם השלישי. סקירת המחקרים שבחנו השפעות האמצעים השונים במדינות הלא מפותחות נועדה לבחון ישימותם של האמצעים בתנאי שטח שונים, אוכלוסיות שונות וכו'.

בשלב הראשון התמקדנו במקורות שפורסמו לאחרונה בארה"ב וביניהם שני דו"חות מחקר מקיפים אשר בחנו מגוון רחב של פתרונות תשתית לצמצום היפגעותם של הולכי רגל בתאונות הדרכים - (Harkey & Zegeer, 2004); (NCHRP500, 2004). במקורות מידע אלה מוצגים שיפורים והתערבויות בטיחות רבים בתחומי ההנדסה וגם - חינוך ואכיפה, על סמך הידע המחקרי ממדינות מפותחות כגון: ארה"ב, קנדה, מערב אירופה ואוסטרליה.

בשלב הבא בחנו ממצאים של סקר ידע מסוף שנות ה-90 שנערך ע"י המועצה האירופית לבטיחות בדרכים ואשר מאגד את ניסיונם של מספר רב של מדינות אירופיות מפותחות – ETSC (1999). הסקר התמקד בבטיחות הולכי רגל ורוכבי אופניים בערים והציג אסטרטגיות מרכזיות להורדת ההיפגעות בקרב משתמשי דרך פגיעים אלה.

בהמשך, סקרנו מחקר בינלאומי שבוצע על ידי הארגון לשיתוף פעולה כלכלי (OECD, 1998) אשר מאגד את המדינות המפותחות ממספר יבשות כדוגמת ארה"ב, אוסטרליה, הולנד, דנמרק, יפן, שוודיה, בריטניה ועוד. המחקר בחן את רמת הבטיחות של משתמשי דרך פגיעים (הולכי רגל ורוכבי אופניים) והציע אמצעים לשיפור בטיחותם.

בכל המקורות הנ"ל קיים דמיון רב בין אמצעי התשתית המומלצים לפתרון בעיית תאונות הולכי הרגל. מאגר פתרונות התשתית שמוצע במחקר הנוכחי מתבסס בעיקרו על שני דו"חות המחקר מארה"ב (Harkey & Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004), בתוספת השלמות מהמקורות האחרים. בחירה זו נעשתה מאחר ודו"חות מחקר אלה כללו פירוט רב, חלוקת הפתרונות לקבוצות ודוגמאות יישומיות.

בשלב הבא בדקנו מקורות ספרות נוספים אשר כללו:

* פתרונות תשתית נוספים שהוצעו בשנים האחרונות, לאחר פרסום המקורות העיקריים שעליהם התבססנו, כדוגמת סקר ספרות בריטי שנערך על ידי Martin (2006) במטרה למצוא דרכים לצמצום היפגעות הולכי רגל ברחובות לונדון.

* ממצאים כמותיים המוכיחים יעילות בטיחותית של אמצעי תשתית, כדוגמת המדריך הבינלאומי שנערך על ידי Elvik & Vaa (2004). מדריך זה מבוסס על תוצאות של מחקרים רבים ממדינות שונות בעולם והוא משתמש בשיטת שקלול סטטיסטי (meta analysis) להערכת מידת היעילות של כל אמצעי להפחתת תאונות.

* פתרונות תשתית הנפוצים במדינות המפותחות. לשם כך סקרנו סדרת דו"חות מחקר שנערכו עבור הרשות הפדרלית בארה"ב (FHWA), בחמש מדינות: הולנד, בריטניה, שבדיה, קנדה ואוסטרליה (Hummel, Davies; 1999, Ekman and Hyden; 1999, Van Houten and Malenfant; 1999), מטרת הדו"חות הייתה לתעד את מצב בטיחות הולכי הרגל וכמו כן, לסקור פתרונות בטיחות/ אמצעי התערבות מקובלים, במדינות אלה.

בהמשך, נסקרו מקורות מישראל שכללו מחקרים הקשורים לבטיחות הולכי רגל, וביניהם שני מחקרים מקיפים שבחנו אפקטיביות של שיפורי תשתית בתנאי הארץ: הקרט, גיטלמן ואחרים (2002), הקרט, בונג'ק ואחרים (2002). ממצאי מחקרים אלה שמשו לאומדן היעילות הבטיחותית של מספר אמצעי תשתית שנדונים במחקר הנוכחי. כמו כן, לצורך גיבוש המלצות המחקר סקרנו הנחיות תכנון ישראליות הנוגעות לתכנון רחובות, מיתון תנועה, הצבת תמרורים, תכנון מעגלי תנועה, הקמת רחובות משולבים ותכנון פסי האטה.

לבסוף, בדקנו מחקרים בנושא פתרונות תשתית לשיפור בטיחות הולכי רגל במדינות המתפתחות מתוך מטרה לאתר אמצעים האופייניים למדינות אלה אשר יוכלו להתאים לשימוש גם בישראל (במגזרים ואזורים מסוימים). מצאנו מספר מחקרים והמלצות שפורסמו בבנגלדש, ירדן, פקיסטן, דרום אפריקה, גאנה, טרינידד, וזימבבואה, אשר מתייחסים לרוב לאותם האמצעים שמקובלים במדינות המפותחות. לא היו במחקרים אלה אמצעים נוספים לאלה שסוכם קודם, במחקר הנוכחי.

מרבית האמצעים שנסקרו נבחנו במחקרי הערכה או בניסויים מבוקרים ויעילותם הוכחה, בתנאים מסוימים. עם זאת, לגבי חלק מהאמצעים שנסקרו לא נמצאו ממצאים כמותיים אודות השפעתם על בטיחות הולכי רגל.

לסיכום, במקורות ספרות רבים נדונות דרכים - אסטרטגיות ואמצעים, לשיפור בטיחות הולכי הרגל. הספרות מתייחסת למגוון רחב של אמצעים ופעילויות אשר מכוונים למרכיבים שונים של המערכת, כולל: התשתית, הסביבה, הנהג, הרכב והולך הרגל. מטרת הסקר הנוכחי הינה לרכז מידע על יעילותם של אמצעים התשתית המכוונים לשיפור בטיחות הולכי הרגל.

אולם, כיוון שחינוך והסברה לבטיחות בדרכים ואכיפה של חוקי תנועה חשובים לשיפור הבטיחות בדרכים, אמצעים אלה גם כן מתוארים בקצרה במסגרת הסקר. בנוסף, הסקר מציג אסטרטגיות להפחתת פגיעה בהולכי רגל באמצעים טכנולוגיים והנדסיים המותקנים בכלי רכב אשר מיועדים למניעת התנגשויות או להפחתת חומרת הפגיעה בהולכי הרגל. תשומת הלב נתונה לפתרונות המכוונים כלפי הנהגים וגם המיועדים להולכי הרגל.

סקר ספרות מלא מוצג בנספח א' וכולל פירוט לגבי כל סוג אמצעי בנפרד. להלן מוצגות אסטרטגיות עיקריות שהוצעו, במקורות השונים, לשיפור בטיחות הולכי הרגל ובהמשך, ריכוז הממצאים על פתרונות התשתית.

3.1.2. אסטרטגיות מומלצות בספרות לשיפור בטיחות הולכי הרגל

בדו"ח שפרסם ארגון ה-OECD (1998) האמצעים לשיפור הבטיחות של משתמשי דרך פגיעים מחולקים לשתי קבוצות משלימות שהן: (א) תשתיות/אמצעים פיזיים - אמצעים שמתבססים על הנדסת תנועה ו/או תכנון סביבתי - שמטרתם להשפיע על התנהגות משתמשי הדרך, ו-(ב) אמצעים אחרים - חינוך והסברה, אמצעים לשיפור נראות הולכי הרגל, אכיפה וכד'.

דו"ח ה-ETSC (1999) מסכם אסטרטגיות מרכזיות להורדת היפגעות בקרב הולכי רגל, וביניהן:

* ניהול תנועה באמצעות הפרדה בין משתמשי דרך שונים, על מנת לצמצם סיכוי לקונפליקטים פוטנציאליים בין משתמשי הדרך;

* יצירת תנאים בטוחים יותר לשימוש משולב במרחב הדרך ע"י משתמשי דרך שונים, לדוגמא, באמצעות ניהול מהירויות הנסיעה והתנועה, הגברת נראות של הולכי הרגל וכלי הרכב, התקנת אמצעים טכנולוגיים והנדסיים ברכב;

* שינוי התנהגות הנהגים באמצעות מתן מידע, הכשרת הנהגים ואכיפה של חוקי התנועה;

* הסברה להולכי הרגל - מתן ייעוץ והכוונת הולכי הרגל לגבי השינויים שנעשים למענם וכן, עידודם לנקוט בצעדים שיפחיתו את סיכונם למעורבות בתאונות;

* מיתון חומרה - הורדת חומרת הפגיעה בהולכי הרגל באמצעות תכנון סלחני יותר של חזית הרכב ועידוד השימוש בציוד המגן;

* שינוי סדרי עדיפויות בקרב מקבלי ההחלטות אשר אחראים על מערכות התחבורה, בעזרת הפצת הניסיון המצטבר, קידום ממצאים מחקריים ועידוד העברת המסרים לגבי השינויים הנדרשים בקרב הציבור הרחב.

לפי מחקרים בריטיים (Martin, 2006), כדי להעלות את בטיחות הולכי הרגל מומלץ לנקוט צעדים בתחומים אלה:

* הפעלת תוכניות חינוך מגוונות;

* יצירת אזורים בטוחים לתנועת הולכי הרגל;

* הסדרת רחובות למשחקי ילדים (play streets);

* התקנת שילוט חכם בקרבת מעברי חצייה;

* הדגשת מעברי חצייה באופנים שונים כגון: באמצעות ריצוף שונה, קו עצירה מקדים למעברי חצייה, מעבר חצייה מוגבה, הצרויות מיסעה באזור מעבר חצייה;

* שיפורים נוספים במעברי חצייה קיימים כגון: הוספת אי מפלט למעבר חצייה במפרדה, התקנת פנסי ספירה לאחור להולך רגל במעבר חצייה מרומזר, רמזור מעברי חצייה בצורות שונות;

* שיפור מיקום מעברי חצייה בהתאם להעדפות הולכי הרגל;

* איסור/הגבלת תנועת כלי רכב ברחובות עם תנועה רבה של הולכי הרגל;

* שיפורים בצמתים מרומזרים;

* הגבלת מהירויות נסיעה בשטח עירוני.

במחקרים שנערכו בארה"ב (Harkey & Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004) נבחן מגוון רחב של פתרונות תשתית לצמצום היפגעותם של הולכי הרגל ומומלצים פתרונות כגון:

* הסדרים פסיים להולכי רגל בקטע דרך (מדרכות, גדרות בטיחות, שיפורי תאורה ועוד),

* הסדרים באזור מעבר חציה בקטע דרך (הוספת אוזניים, אי מפלט, סמנים מחזירי אור, מעברי חציה חכמים ועוד),

* שיפורים של תכן דרכים וצמתים (צמצום מספר נתיבים, הקמת מפרדות בנויות, הפיכת צומת למעגל תנועה),

* מיתון תנועה (הצרה נקודתית של הדרך, הקמת מעגלי תנועה, צמתים מוגבהים ועוד),

* שיפור רמזורים ותמרורים (רמזור צומת, תזמון רמזורים, שימוש בפנסי ספירה לאחור ועוד),

* אמצעים אחרים כגון: הסברה, אכיפה, הקמת רשת הליכה בעיר, שיפור נראות הולכי רגל ועוד.

בהסתמך על המחקרים האמריקניים, את מגוון היעדים והאסטרטגיות לשיפור בטיחות הולכי הרגל, ניתן לתאר כמוצג בטבלה 3.1. המדריך (NCHRP500, 2004) מסווג את האסטרטגיות לשלוש קבוצות, בהתאם למידת הניסיון שהיה בשימוש בהן והידע שנצבר לגבי יעילותן. קבוצות האסטרטגיות (התערבויות) הן:

- "מוכח" (proven-P) – פתרון אשר נבחן בהתקנות שטח/ התערבויות בפועל, לווה במחקרי הערכה ונמצא יעיל;

- "נבחן" (tried-T) – פתרון אשר הותקן במספר אתרים, מומלץ ע"י תקנים/ מפרטים מסוימים אך טרם נבחן במחקרי הערכה/ ניסויים מבוקרים;

- "ניסיוני" (experimental-E) – פתרון שהוצע ע"י מישהו ואשר נתמך ע"י רשות דרך אחת, לפחות, דהיינו רשות מסוימת מוכנה לערוך ניסוי מבוקר עם אמצעי זה.

ניתן לראות בטבלה 3.1 שחלק ניכר מפתרונות התשתית וגם ההתערבויות מסוג "הסברה, חינוך והכשרה" שייכים לקבוצה של פתרונות "מוכחים", אשר הוכיחו את יעילותם בנסיבות ובתנאים מסוימים. לגבי פתרונות תשתית אחרים, כגון: חדשים יותר, כולל כאלה שמשלבים אמצעים טכנולוגיים מתקדמים, וגם לגבי פתרונות כמו "שיפורי נראות הולכי רגל", "מבצעי אכיפה", רמת יעילותם טרם ידועה ועל כן, נדרשים מחקרי מעקב וניסויי שטח.

טבלה 3.1. יעדים ואסטרטגיות לשיפור בטיחות הולכי הרגל. מקור: NCHRP500 (2004).

יעדים	אסטרטגיות	סטטוס*
A - הורדת שיעורי חשיפה של הולכי רגל לתנועה	A1 - הקמת מדרכות/ שבילי הליכה A2 - התקנה/שדרוג של אמצעי בקרה להולכי רגל ותנועה A3 - הקמת איי מפלט להולכי רגל ומפרדות בנויות A4 - הקמת אמצעים להגבלה/ הסטה של תנועת כלי רכב A5 - הקמת מעברים עיליים/תחתיים להולכי רגל	P E, T, P P T, P P
B - שיפור טווחי ראייה לנהגים ונראות עבור הולכי רגל	B1 - שיפור מעברי חציה B2 - הגברת תאורה במעברי חציה B3 - הסרת חסמי ראות B4 - אמצעי בקרה שמתריעים בפני נהג על הולך רגל חוצה B5 - שיפורי נראות להולכי רגל	T, P P T E, T T
C - הפחתת מהירויות הנסיעה של כלי הרכב	C1 - אמצעים להצרת מיסעה C2 - מיתון תנועה בקטעים C3 - מיתון תנועה בצמתים C4 - שיפור מסלולי הגעה לבתי ספר	T T, P T, P T
D - הגברת מודעות ושיפור התנהגות של נהגים והולכי הרגל	D1 - הסברה, חינוך והכשרה D2 - מבצעי אכיפה	P T

* P - מוכח, T - נבחן, E - ניסיוני

3.1.3. מאגר פתרונות תשתית על סמך הניסיון הבינלאומי

סקירת אמצעי התשתית שמוצגת בנספח א' מתבססת על סיווג פתרונות תשתית שנעשה בארה"ב על ידי Harkey and Zegeer (2004), אם כי סיווג בסיסי זה עבר שינויים והתאמות על סמך ממצאי ספרות נוספים שנסקרו במחקר הנוכחי.

האמצעים לשיפור בטיחות הולכי הרגל מוצגים לפי שבע קבוצות שהן:

- א. אמצעים פיזיים להולכי רגל בקטע דרך.
- ב. אמצעים פיזיים להולכי רגל באזור מעבר חצייה בקטע דרך.
- ג. אמצעים פיזיים לריסון תנועה ברחובות מאספים.
- ד. אמצעים פיזיים בצמתים.
- ה. מיתון תנועה.
- ו. רמזורים.
- ז. אמצעים אחרים (חינוך, אכיפה, הסברה, אמצעים טכנולוגיים ברכב).

טבלה 3.2 מפרטת את סוגי האמצעים השונים בשבע הקבוצות לשיפור בטיחות הולכי הרגל. יעילותם של האמצעים - תרומתם הפוטנציאלית לשיפור בטיחות הולכי הרגל, נמדדת על פי שלושה מאפיינים עיקריים שהם: הפחתת תאונות הולכי רגל, הפחתת קונפליקטים בין הולכי רגל לכלי רכב והפחתת מהירות הנסיעה של כלי הרכב.

המדד הטוב ביותר להערכת יעילות האמצעים הוא המדד הישיר של ירידה במספר התאונות והנפגעים. אולם, מרבית הספרות הקיימת מדווחת על יעילות של אמצעים שונים במונחים השונים מירידה בשיעור התאונות בפועל. במקרים רבים, נעשה שימוש במדדי יעילות חלופיים כמו היענות הנהגים למתן זכות קדימה, קונפליקטים בין כלי רכב להולכי רגל, מרחק עצירה של כלי רכב, מהירות

הנסיעה של כלי רכב, והתנהגות הולכי הרגל. מדד היעילות החלופי הנפוץ ביותר בספרות הוא מתן זכות קדימה להולכי רגל במעבר חצייה (Turner et al, 2006).

בהצגת הממצאים בחרנו לסכם את יעילות האמצעים על פי המדד הישיר של הפחתת תאונות הולכי רגל וכמו כן, באמצעות שני מדדים עקיפים: האחד - הפחתת קונפליקטים, כולל הגברת היענות למתן זכות קדימה להולכי הרגל, והשני - הפחתת מהירויות הנסיעה, כאשר שני המדדים מתוארים בהרחבה בספרות בהקשר לתרומתם לבטיחות הולכי הרגל.

בנוסף, בטבלה 3.2 מדורגת מידת הישימות של האמצעים השונים בתנאי הארץ, נכון להיום. מידת הישימות הוערכה על סמך ההיכרות עם השטח וכן, על סמך הנחיות ישראליות לתכנון וביניהן: טיוטת "הנחיות לתכנון תנועת הולכי רגל" (2008), "תקנות והנחיות להצבת תמרורים" (1997), וטיוטת "הנחיות להצבת תמרורים" (2007).

מבחינת הממצאים בטבלה 3.2 עולה:

קבוצה א' "אמצעים פיזיים להולכי רגל בקטע דרך" - רמת היעילות של מרבית האמצעים בקטגוריה זו טרם ידועה ועל כן, נדרשים מחקרי הערכה וניסויי שטח. לעומת זאת, אמצעים מסוג "הקמת מדרכות", "הקמת גדרות הולכי רגל במפרדה" ו"שיפור תאורה" הוכחו כיעילים בהפחתת תאונות על סמך ניסיון אמריקאי, בריטי וישראלי. כל האמצעים בקטגוריה זו מוכרים בארץ ומרביתם מיושמים במידה זו או אחרת, כאשר רק חלק קטן מהם מיושם במידה מועטה או שרק לאחרונה הוכנס לשימוש.

קבוצה ב' "אמצעים פיזיים להולכי רגל באזור מעבר חצייה בקטע דרך" - רמת היעילות של חלק קטן מהאמצעים בקטגוריה זו טרם ידועה ועל כן, נדרשים מחקרי הערכה וניסויי שטח. לעומת זאת, מרבית מהאמצעים הוכחו כיעילים, בעיקר, בהפחתת קונפליקטים, אך גם בהפחתת תאונות (לא רק תאונות הולכי רגל) ובהפחתת מהירויות הנסיעה. ממצאים אלה מתבססים בעיקר על ניסיון אמריקאי, קנדי, בריטי וישראלי. מעט מהאמצעים אינם מוכרים בארץ וטרם נוסו – בעיקר, כאלה שמשלבים אמצעים טכנולוגיים מתקדמים. לעומת זאת, אמצעים כמו התקנת סמנים פולטי אור ומחזירי אור לרוחב מעבר חצייה יושמו בעבר, אך כיום הם אינם מומלצים להתקנה על סמך ההנחיות בארץ. יחד עם זאת, חלק ניכר מהאמצעים בקטגוריה זו מוכרים בארץ והם מיושמים במידה זו או אחרת, כאשר ניתן לראות כי שלושת האמצעים שההנחיות בארץ מחייבות להתקין במעבר חצייה: סימון מעברי חצייה, התקנת תאורה במעבר חצייה והתקנת תמרור ג-7 - מיושמים במידה רבה מאד.

קבוצה ג' "אמצעים פיזיים לריסון תנועה ברחובות מאספים" - רמת היעילות של שניים מהאמצעים בקטגוריה זו טרם ידועה והם אינם מיושמים ועל כן, נדרשים מחקרי הערכה וניסויי שטח לבחינת יעילותם. לעומת זאת, אמצעים מסוג "הצרת רוחב נתיבים", "הקמת מפרדות בנויות" ו"שינוי הסדרים דו-סטריים לחד-סטריים" הוכחו כיעילים בהפחתת תאונות ובהפחתת מהירות, על סמך ניסיון אמריקאי וישראלי. אותם האמצעים שהוכחו כיעילים גם מיושמים בארץ במידה זו או אחרת, כאשר שימוש רב נעשה ב"הקמת מפרדות בנויות".

קבוצה ד' "אמצעים פיזיים בצמתים" - רמת היעילות של מרבית האמצעים בקטגוריה זו טרם ידועה ועל כן, נדרשים מחקרי הערכה וניסויי שטח. לגבי שני אמצעים כגון: "הוספת אוזניים" ו"הפיכת צומת למעגל תנועה", יעילותם הוכחה בהפחתת כלל התאונות עם נפגעים ולא רק תאונות הולכי רגל וזאת על סמך ניסיון אמריקאי, אירופאי, אוסטרלי וישראלי. מלבד שני האמצעים שהוכחו כיעילים שהם גם מיושמים בארץ, יתר האמצעים בקטגוריה זו אינם מוכרים בארץ וטרם נוסו.

קבוצה ה' "מיתון תנועה" - כל האמצעים בקטגוריה זו הוכחו כיעילים בהפחתת תאונות (בעיקר כלל התאונות עם נפגעים ולא רק תאונות הולכי רגל) ובהפחתת מהירות, על סמך ניסיון אמריקאי, אירופאי, אוסטרלי וישראלי. למרות שאמצעים אלה הוכחו כיעילים והם מוכרים בארץ, מידת היישום שלהם נמוכה למדי.

קבוצה ו' "רמזורים" - רמת היעילות של חלק קטן מהאמצעים בקטגוריה זו טרם ידועה ועל כן, נדרשים מחקרי מעקב וניסויי שטח. לעומת זאת, מרבית האמצעים הוכחו כיעילים בהפחתת תאונות ובהפחתת קונפליקטים, מלבד אמצעי אחד ("המופע המשותף") אשר גרם לעלייה בתאונות הולכי רגל. ממצאים אלה מתבססים בעיקר על ניסיון אמריקאי ובריטי. רבים מהאמצעים אינם מיושמים בארץ, בעיקר כאלה שמשלבים אמצעים טכנולוגיים מתקדמים או תזמוני רמזור מיוחדים. רק חלק קטן מהאמצעים בקטגוריה זו מיושמים במידה זו או אחרת, בעיקר "רמזור צומת", בעוד שהתקנת רמזורים שלא בצמתים אינה מומלצת על פי ההנחיות.

קבוצה ז' "אמצעים אחרים" - רמת היעילות של מרבית האמצעים בקטגוריה זו טרם ידועה והם אינם מיושמים ועל כן, נדרשים מחקרי מעקב להוכחת יעילותם. למרות שאין ממצאים לגבי יעילות "משמרות זה"ב" באזור בית ספר, אמצעי זה מיושם בארץ במידה רבה. לעומת זאת, אמצעים כגון: הסברה להולכי רגל, אכיפה משטרתית, שיפור נראות הולכי רגל, תכנון רכב לצמצום חומרת פגיעה בהולכי רגל והוספת התקנים לרכב למניעת התנגשויות עם הולכי רגל - הוכחו כיעילים בהפחתת תאונות, בהפחתת קונפליקטים ובהפחתת מהירויות הנסיעה, על סמך ניסיון אמריקאי, קנדי ואירופאי. למרות שיעילותם הוכחה והם מוכרים, אמצעים אלה לרוב אינם מיושמים בארץ, מלבד הסברה להולכי רגל.

הערה: במהלך הדיונים לקראת סיום המחקר הוחלט להוסיף לרשימת האמצעים שני אמצעים נוספים שאינם מיושמים בארץ:

בקבוצה ב' - סימון זיגזג למניעת חנייה ועקיפה בצידי נתיבי הגישה למעבר החצייה. אמצעי זה נמצא בשימוש נרחב באנגליה משנת 1971;

בקבוצה ו' - הבהוב פנס הולך רגל אדום בזמן פינוי אשר משמעותו "אל תתחיל בחצייה". אמצעי זה נמצא בשימוש נרחב בארה"ב.

שני האמצעים מוצגים בטבלה 3.2 ללא מספור. בסקר הספרות לא נמצאו ממצאים כמותיים על יעילותם הבטיחותית. עם זאת, עקב שימוש נרחב באמצעים אלה בחו"ל, ייתכן שיש בהם פוטנציאל לשיפור הבטיחות בתנאי הארץ ולכן, יש מקום לבחון אותם בניסויי שטח מבוקרים.

יש לציין שמרבית האמצעים יעילים יותר כאשר הם משולבים עם אמצעים אחרים. לדוגמא, על-פי ההנחיות להצבת תמרורים (1997), מעבר חצייה תמיד מסומן באמצעות סימון על פני המיסעה.

כאביזרים להבלטה נוספת של מעברי החצייה משמשים תמרורים צידיים, ותמרורים עיליים מאירים ומוארים. להבלטה נוספת, מוסיפים פנסים מהבהבים לתמרורים העיליים ו/או הצידיים, ותמרור מקדים מזהיר "מעבר חצייה לפניך". דוגמאות נוספות לשילוב האמצעים קיימות באזורי מיתון תנועה, בהם, לשם השגת אפקט משמעותי יותר מיישמים סוגים שונים של האמצעים במקביל. עם זאת, כאשר מספר אמצעים מותקנים ביחד, לא ניתן לכמת את יעילותו של כל אמצעי בנפרד.

כאשר באים לבחור באמצעי מסוים לשיפור בטיחות הולכי הרגל, יש להתחשב בגורמים שונים וביניהם: מאפייני האתר, נפח ומאפייני תנועת הולכי רגל, נפח ומאפייני תנועת כלי רכב, מהירות כלי הרכב, עיצוב האתר, מאפייני הסביבה, שיקולים תקציביים ועוד (Harkey and Zegeer, 2004).

לדוגמא, במקרה של מעבר חצייה שממוקם אחרי עיקול בדרך עם שדה ראייה מצומצם, ניתן להציע מספר אמצעים לשיפור הבטיחות כגון: הוספת תמרורי אזהרה מקדימים, התקנת אמצעים לריסון מהירות או העתקת מעבר החצייה למיקום עם נראות טובה יותר. כל הפתרונות הללו אפשריים ויעילים במידה מסוימת ולכן, נדרש לשקול איזה פתרון מתאים ביותר לאתר הספציפי שנבדק.

טבלה 3.2. סקירת יעילות האמצעים לשיפור בטיחות הולכי רגל ודירוג ישימותם בתנאי הארץ

מס'	קבוצה א': אמצעים פיזיים להולכי רגל בקטע דרך	נמצא יעיל בטיחותית			אין ממצאים	יישום בארץ
		הפחתת תאונות	הפחתת קונפליקטים	הפחתת מהירות		
1	הקמת מדרכות			+		מיושם במידה רבה מאד
2	שדרוג מדרכה על ידי פינוי רצועת הליכה ממכשולים להולכי רגל				0	מיושם רק לאחרונה
3	שדרוג מדרכה על ידי מיקום ריהוט רחוב כגון ספסלים, תמרורים, פחי אשפה, ברצועת שרות ייעודית				0	מיושם רק לאחרונה
4	הוספת אזור חיץ בין מדרכה ומיסעה (רצועת גיבון, נתיב חנייה, שביל אופניים)				0	מיושם במידה מועטה
5	גדרות הולכי רגל לאורך המדרכה				0	מיושם במידה מועטה
6	גדרות הולכי רגל במפרדה			+		מיושם
7	שיפור תאורה לאורך רחוב			+		מיושם במידה רבה מאד
8	סלילת מדרכה והתקנת מעברי חצייה ליד תחנת אוטובוס				0	מיושם במידה רבה
9	העברת תחנת אוטובוס לצד הרחוק של הצומת (אחרי הצומת)				0	מיושם

טבלה 3.2. (המשך)

מס'	קבוצה ב': אמצעים פיזיים להולכי רגל באזור מעבר חציה בקטע דרך	נמצא יעיל בטיחותית			יישום בארץ
		הפחתת מהירות	הפחתת קונפליקטים	הפחתת תאונות	
10	הוספת אוזניים למעבר חצייה			+ (כלל תאונות עם נפגעים)	מיושם
11	הוספת אי מפלט למעבר חצייה בקטע רחוב	+	+	+	מיושם
12	שיפורי רמפות עלייה למדרכה באזור מעבר חצייה				0
13	סימון מעברי חצייה				0
14	שיפור תאורה במעבר חצייה		+	+	מיושם במידה רבה מאד
15	הסרת מטרדי ראות באזור מעבר חצייה				0
16	התקנת תמרורים עיליים פולטי אור ומאירים (ג-7)			+ (כלל תאונות עם נפגעים)	מיושם במידה רבה מאד
17	התקנת תמרורי עיליים פולטי אור ומאירים (ג-7) בשילוב פנסים מהבהבים (ה-8)		+		מיושם
18	תמרורים ושילטי אזהרה בהתקרבות למעבר חצייה		+		מיושם במידה מועטה
19	קו עצירה מקדים למעבר חציה בדרך חד סטרית דו נתיבית		+		לא מיושם
20	התקנת סמנים מחזירי אור לרוחב מעבר חצייה				0
21	התקנת סמנים פולטי אור במיסעה לרוחב מעבר חצייה				0
22	התקנת מעבר חציה "חכם" עם סמנים פולטי אור במיסעה לרוחב מעבר חצייה	+	+		לא מיושם
23	התקנת פנס חכם דמוי עיניים זזות במעבר חצייה		+		לא מיושם
24	התקנת תאורה חכמה במעבר חצייה		+		לא מיושם
25	בניית מעבר עילי או תחתי להולכי רגל			+	מיושם במידה מועטה
*	סימון זיגזג למניעת חנייה ועקיפה בצידי נתיבי הגישה למעבר החצייה				0

* אמצעי נוסף

טבלה 3.2. (המשך)

מס'	קבוצה ג': אמצעים פיזיים לריסון תנועה ברחובות מאספים	נמצא יעיל בטיחותית			אין ממצאים	יישום בארץ
		הפחתת תאונות	הפחתת קונפליקטים	הפחתת מהירות		
26	הצרת מיסעה ע"י הצרת רוחב הנתיבים			+		מיושם
27	הצרת מיסעה ע"י צמצום מספר הנתיבים				0	נדיר למדי
28	שיפורים בדרכי גישה לבתים				0	לא מיושם
29	הקמת מפרדות בנויות	+		+		מיושם במידה רבה
30	שינוי הסדרים דו סטריים לחד סטריים	+				מיושם

מס'	קבוצה ד': אמצעים פיזיים צמתים	נמצא יעיל בטיחותית			אין ממצאים	יישום בארץ
		הפחתת תאונות	הפחתת קונפליקטים	הפחתת מהירות		
31	הקטנת רדיוס פנייה ימינה				0	לא מיושם
32	הוספת אוזניים	+				מיושם
33	שינוי מיקום מעבר חצייה בפנייה ימינה עם אי משולש				0	לא מיושם
34	הפיכת צומת למעגל תנועה	+				מיושם במידה רבה
35	שיפור צומת קמץ (T) על ידי פיתול התנועות הישרות				0	לא מיושם
36	חסימת צומת צלב על ידי בניית מפרדה בדרך הראשית				0	נדיר למדי
37	סגירת זרוע בצומת לכלי רכב				0	לא מיושם
38	סגירה חלקית, של אחד מכיווני הנסיעה, בזרוע בצמת				0	לא מיושם

טבלה 3.2. (המשך)

מס'	קבוצה ה': מיתון תנועה	נמצא יעיל בטיחותית			יישום בארץ
		הפחתת תאונות	הפחתת קונפליקטים	הפחתת מהירות	
39	אמצעי מיתון תנועה	+ (כלל תאונות עם נפגעים)		+	מיושם במידה מועטה
40	מעבר חצייה מוגבה	+		+	נדיר למדי
41	רחוב משולב	+ (כלל תאונות עם נפגעים)		+	מיושם במידה מועטה
42	מדרחוב	+ (כלל תאונות עם נפגעים)			מיושם במידה מועטה

מס'	קבוצה ו': רמזורים	נמצא יעיל בטיחותית			יישום בארץ
		הפחתת תאונות	הפחתת קונפליקטים	הפחתת מהירות	
43	רמזור צומת	+			מיושם במידה רבה מאד
44	תזמון רמזורים: ירוק להולכי רגל יחד עם ירוק לרכב בקונפליקט בשילוב עם מהבהב מותנה בפניה ימינה	גרם לעלייה בתאונות הולכי רגל			מיושם
45	רמזור מעבר חציה לא בצומת	+			מיושם במידה מועטה
46	תזמון רמזורים: ירוק להולכי רגל יחד עם ירוק לרכב בקונפליקט שמקדים ירוק רכב בקונפליקט		+		לא מיושם
47	תזמון רמזורים: פאזה בלעדית ירוק להולכי רגל (מאפשר חציה בכל הכוונים בצומת כולל באלכסון)	+			נדיר - כמעט לא מיושם
48	ברמזור: הוספת גלאי אוטומטי להולכי רגל במקום לחצן דרישה				לא מיושם
49	ברמזור: הוספת גלאי אוטומטי להולכי רגל לפינוי הולך רגל				לא מיושם
50	ברמזור בירוק משותף לרכב פונה ימינה ולהולך רגל: הוספת פנס דמוי עיניים זזות להזהרת הולכי רגל		+		לא מיושם
51	ברמזור: התקנת פנסי ספירה לאחור להולך רגל המראה סוף זמן פינוי מעבר החצייה		+		לא מיושם
52	ברמזור: הוספת אות קולי לפנסי הולכי רגל				מיושם
*	הבהוב פנס הולך רגל אדום "אל תחצה" בזמן פינוי				לא מיושם

* אמצעי נוסף

טבלה 3.2. (המשך)

מס'	קבוצה ז': אמצעים אחרים	נמצא יעיל בטיחותית			אין ממצאים	יישום בארץ
		הפחתת תאונות	הפחתת קונפליקטים	הפחתת מהירות		
53	באזור בית ספר: ליווי מבוגרים למשמרות זה"ב				o	לא מיושם
54	באזור בית ספר: משמרות זה"ב				o	מיושם במידה רבה
55	באזור בית ספר: אכיפת משטרה - מהירות, זכות קדימה לה"ר במעבר חצייה, איסור חנייה				o	לא מיושם
56	באזור התקרבות לבית ספר: התקנת תמרורי אזהרה	+				לא מיושם
57	בבית ספר: תוכניות לימוד לדרכים בטוחות להגעה רגלית לביה"ס				o	לא מיושם
58	ברשות מקומית: ביצוע תוכנית ממוקדת ומשולבת לשיפור בטיחות ההולכי רגל (חינוך, הסברה, אכיפה ושיפור תשתיות)				o	לא מיושם
59	בבית ספר: הדרכה להורים (עצירת רכב בקרבת ביה"ס)				o	לא מיושם
60	באזור בית ספר: הסדרת אזור הורדת/העלאת ילדים לכלי רכב				o	לא מיושם
61	זיהוי שכונה או אזור ע"י אלמנטים ייחודיים: שילוט רחובות, שערים, גיבון, תאורה				o	לא מיושם
62	הסברה להולכי רגל באמצעות קמפיינים					מיושם
63	אכיפה משטרתית- זכות קדימה לה"ר במעבר חצייה, מהירות		+			לא מיושם
				+		מיושם
64	הקמת רשת הליכה בעיר				o	לא מיושם
65	שיפור נראות הולכי רגל בשעות חשכה ע"י לבישת אביזרים מחזירי אור		+			מיושם במידה מועטה
66	תכנון רכב לצמצום חומרת הפגיעה בהולכי רגל					לא מיושם
				+		מיושם
67	הוספת התקנים לרכב למניעת התנגשויות עם הולכי רגל	+	+			לא מיושם

3.2. יעילות האמצעים לשיפור בטיחות הולכי הרגל: סקר מומחים בארץ

3.2.1. מטרת סקר המומחים

במסגרת המחקר נערך סקר מומחים בארץ במטרה לקבל את דעתם המקצועית לגבי תרומתם של אמצעי תשתית ואמצעים אחרים לשיפור בטיחות הולכי הרגל בתנאי הארץ. להשתתפות בסקר הוזמנו מומחים בהנדסת תנועה ובטיחות בדרכים אשר עוסקים בתכנון, בדיקה או הערכה של אמצעי תשתית (ואמצעי בטיחות אחרים) וכמו כן, מעורבים באופן פעיל בפורומים מקצועיים שונים בנושאים אלה.

רשימת האמצעים להערכה ע"י המומחים כללה אמצעים המיושמים בארץ ואמצעים המיושמים בחו"ל, אשר טרם נוסו בתנאי הארץ. המומחים קיבלו שאלון עם רשימה של 78 אמצעים, מתוכם 62 מוכרים ומיושמים בארץ ו-16 אמצעים חדשים; לגבי האמצעים החדשים הוצגו הסברים בנספח לשאלון. מכתב פניה למומחים (השאלון והנספח עם ההסברים) מוצג בנספח ב'.

האמצעים שמיושמים בארץ חולקו בשאלון לשבע קבוצות, בדומה לקבוצות האמצעים בסקר הספרות שהוצג בפרק 3.1. קבוצות האמצעים בשאלון המומחים הן: אמצעים פיסיים להולכי רגל בקטע דרך, אמצעים באזור מעבר חציה בקטע דרך, אמצעים פיזיים לריסון תנועה ברחובות מאספים, אמצעים פיזיים בצמתים, מיתון תנועה, רמזורים ואמצעים אחרים. האמצעים שאינם מיושמים בארץ הוצגו בשתי קבוצות: אמצעים באזור מעבר חציה בקטע דרך ו-רמזורים. המומחים נתבקשו להעריך כל אחד מהאמצעים מבחינת תרומתו לשיפור בטיחות הולכי הרגל, באמצעות סקלה של 1-10, כאשר "1" מייצג את התרומה המועטה ביותר ו-"10" את התרומה הגבוהה ביותר. בסקר השתתפו סה"כ 17 מומחים.

3.2.2. שיטת הניתוח

לניתוח נתוני סקר המומחים היו שתי מטרות עיקריות:

(א) לבדוק האם קיימת הסכמה בין המומחים בהערכתם של האמצעים ומהי מידת הסכמתם לגבי קבוצות האמצעים,

ו-(ב) לאמוד חשיבות יחסית של האמצעים מבחינת תרומתם לביטחות הולכי הרגל, בכל קטגוריה של אמצעים, על סמך דעות המומחים.

מרכיבי שיטת הניתוח מתוארים להלן.

א. בדיקת מידת ההסכמה בין המומחים

על מנת לבדוק האם קיימת הסכמה בין המומחים בהערכתם של האמצעים נבחרת "השערת אפס" אשר גורסת כי אין הסכמה בין המומחים. בכדי לאושש או לדחות את השערת האפס נעזרים במקדם הסכמה W (Kendall's Coefficient of Concordance) ובסטטיסטי מחושב K . במידה וערך ה- K המחושב על סמך הנתונים יהיה גדול או שווה לערך K הקריטי, ברמת הביטחון שנבחרה (כגון: 95%), השערת האפס נדחת ונקבע כי בין המומחים קיימת הסכמה. הנוסחאות לחישובם של

הסטטיסטי K והערך הקריטי להשוואה משתנים בהתאם למספר המומחים ומספר האמצעים המוערכים.

את עוצמת ההסכמה בין המומחים נדע לפי ערכו של המקדם W אשר נע בין 0 ל-1, כאשר ערך "0" מצביע על העדר ההסכמה וערך "1" - על הסכמה מלאה. את ערכי ה-W מקובל לפרש באופן הבא: הערכים 0.1-0.3 מצביעים על מידת הסכמה מועטה, 0.31-0.6 – על מידת הסכמה בינונית, 0.61-0.9 – על עוצמה חזקה של הסכמה בין המומחים.

ב. הפיכת ציונים גולמיים לדירוגים

כדי לחשב את מקדם ה-W קיים צורך בהמרת ציונים גולמיים לדירוגים. במקרה הנוכחי מדובר ב-m אמצעים אשר מוערכים על ידי m מומחים באמצעות מתן ציון לכל אמצעי בסקלה 1-10, כאשר "1" הציון הנמוך ביותר ו-"10" הציון הגבוה ביותר.

ההמרה מתבצעת באופן הבא: הופכים את הציונים הגולמיים הניתנים ל-m אמצעים על ידי כל מומחה לדירוגים, דהיינו מסדרים את הציונים לפי סדר עולה, כאשר ציון הכי גבוה מקבל דירוג הכי גבוה. לדוגמא, בקבוצה של 9 אמצעים, האמצעי שקיבל ציון הכי גבוה מקבל דירוג 9. כאשר שניים או יותר אמצעים קיבלו ציון זהה, מחשבים את דירוגם לפי ממוצע המיקום היחסי שלהם. לדוגמא, אם המומחה נתן ציון "10" ל-3 אמצעים מתוך 9, דירוגם של כל אחד מהם יהיה 8, כממוצע המיקום היחסי שלהם (דהיינו, ממוצע המספרים 9,8,7).

ג. חישוב מקדם ההסכמה W

מקדם ההסכמה W מחושב באופן הבא:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n) - m \sum_{i=1}^m T_i}$$

כאשר:

S - סכום ריבועי הפרשים של דירוגים של כל מומחה לעומת ממוצע הדירוגים בין המומחים;

T_i - מקדם דירוגים זהים בדירוג של מומחה i;

m - מספר המומחים;

n - מספר האמצעים המוערכים.

אם x_{ij} מסמן דרוג של אמצעי j על ידי מומחה i ($i=1,2,\dots,m, j=1,2,\dots,n$), אזי סכום דירוגי המומחים

$$x_j = \sum_{i=1}^m x_{ij}$$

עבור אמצעי j יהיה:

ההפרש בין סכום דירוגי המומחים עבור אמצעי j לבין ממוצע סכומי הדרוגים של כל האמצעים יהיה:

$$d_j = x_j - 0.5m(n+1), \text{ כאשר סכום ריבועי הפרשים יחושב באופן הבא: } S = \sum_{j=1}^n d_j^2$$

המקדם T_i מנטרל את השפעת הציונים הזהים שניתנו למספר אמצעים על ידי מומחה i והוא מחושב באופן הבא: $T_i = \sum_{u=1}^n (t_{ui}^2 - t_{ui})$, כאשר t_{ui} הנו מספר חזרות של דירוג μ בדירוגים שניתנו על ידי מומחה i .

ד. חישוב הסטטיסטי K

אופן החישוב של הסטטיסטי K תלוי בערכים של n (מספר אמצעים מוערכים) ו- m (מספר מומחים). לעניין זה קיים מגוון של נוסחאות לחישוב. להלן הנוסחאות הרלוונטיות לסקר הנוכחי.

$$K = \frac{(m-1)W}{1-W} \quad \text{(א) כאשר } n \leq 19, 7 \leq n, 13 \leq m \text{, מחשבים את הסטטיסטי K באופן הבא:}$$

את הערך הקריטי של הסטטיסטי K לוקחים מלוח התפלגות פישר עם מספר דרגות חופש: $v_1 = n-1$, $v_2 = (m-1) \cdot (n-1)$.

(ב) כאשר $n \leq 7, 8 \leq m$, את הסטטיסטי K מחשבים באופן הבא:

$$K = \frac{1}{2} [m(n-1)W + ((n-1)(m-1)W)/(1-W)]$$

את הערך הקריטי של הסטטיסטי K מחשבים על בסיס שני התפלגויות: X^2 (חי בריבוע) עם $n-1$ דרגות חופש ו-פישר עם מספר דרגות חופש: $v_1 = n-1$, $v_2 = (m-1) \cdot (n-1)$, כאשר הערך הקריטי מחושב באופן הבא: $K_{cr} = 0.5(X_{cr}^2 + (n-1)F_{cr})$.

ה. הערכת חשיבות יחסית של האמצעים

החשיבות היחסית של אמצעי j בתוך קבוצת האמצעים מוערכת באופן הבא:

$$\beta_j = \sum_{i=1}^m b_{ij} / \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m b_{ij}$$

כאשר: b_{ij} - ציון האמצעי j שניתן ע"י מומחה i , n - מספר האמצעים, m - מספר המומחים.

3.2.3. ממצאי הסקר: דירוג יעילות האמצעים ע"י המומחים

להלן תוצאות הערכת הממצאים ע"י המומחים.

3.2.3.1. אמצעים המיושמים בתנאי הארץ

א. אמצעים פיסיים להולכי רגל בקטע דרך - טבלה 3.3

לגבי קבוצת אמצעים זו, השערת האפס על אי הסכמה בין המומחים נדחתה ($p < 0.01$). עם זאת, מקדם ההסכמה קיבל ערך נמוך יחסית: $W = 0.15$, שמצביע על מידת הסכמה מועטה בין המומחים לגבי יעילותם של ההסדרים.

לפי סיכום דעות המומחים (ראה טבלה 3.3), האמצעי היעיל ביותר בקבוצה זו הנו "הקמת מדרכות" (מס' 1); אמצעים עם יעילות הנמוכה ביותר יחסית לאמצעים האחרים הם: "שדרוג מדרכה על ידי מיקום ריהוט ברצועת שרות ייעודית" (מס' 3), "גדרות הולכי רגל לאורך המדרכה" (מס' 5), "העברת תחנת אוטובוס לצד הרחוק של הצומת" (מס' 9), כאשר ליתר האמצעים (מס' 2, 4, 6, 7, 8) יוחסה חשיבות בינונית.

הערה: בטבלה 3.3 ובטבלות בהמשך, עמודות האמצעים עם יעילות מרבית מודגשות בגוון ירוק, עמודות האמצעים עם יעילות נמוכה מודגשות בגוון חום, כאשר עמודות של יתר האמצעים – עם יעילות בינונית - אינן מודגשות.

טבלה 3.3. אמצעים פיסיים להולכי רגל בקטע דרך – סיכום דעות המומחים

סיכום ציוני המומחים:	1- הקמת מדרכות	2- שדרוג מדרכה על ידי פינוי רצועת הליכה ממכשולים	3- שדרוג מדרכה על ידי מיקום ריהוט ברצועת שרות ייעודית	4- הוספת אזור ומסעה	5- גדרות הולכי רגל לאורך המדרכה	6- גדרות הולכי רגל במפרדה	7- שיפור תאורה לאורך רחוב	8- ליד תחנת אוטובוס סלילת מדרכה והתקנת מעברי חצייה	9- העברת תחנת אוטובוס לצד הרחוק של הצומת
ממוצע	9.12	7.65	6.94	7.29	6.94	7.35	7.29	7.53	6.59
חציון	10.0	8.0	8.0	8.0	7.0	7.0	8.0	8.0	7.0
סטיית תקן	1.58	1.84	2.16	2.47	1.71	1.50	1.53	1.81	2.03
מינימום	4	4	3	3	3	5	5	4	1
מקסימום	10	10	10	10	9	10	10	10	10
חשיבות יחסית	0.137	0.115	0.104	0.109	0.104	0.110	0.109	0.113	0.099

ב. אמצעים באזור מעבר חצייה בקטע דרך – טבלה 3.4.

לגבי קבוצת אמצעים זו, השערת האפס על אי הסכמה בין המומחים נדחתה ($p < 0.01$). כמו כן, מקדם ההסכמה קיבל ערך לא נמוך: $W=0.59$, והוא מצביע על מידת הסכמה בינונית בין המומחים.

לפי סיכום דעות המומחים, האמצעי היעיל ביותר בקבוצה זו הינו "בניית מעבר עילי או תחתי להולכי רגל" (מס' 18); אמצעים נוספים עם רמת יעילות גבוהה יחסית הם: "הוספת אי מפלט" (מס' 11), "הסרת מטרדי ראות" (מס' 14), "הוספת אוזניים" (מס' 10); יעילות בינונית יוחסה לאמצעי "שיפור תאונה" (מס' 13) ויעילות נמוכה יותר לאמצעי "התקנת תמרורי ג-7 פולטי אור עם מהבהבים" (מס' 16). לבסוף, האמצעים עם יעילות הנמוכה ביותר הם: "התקנת תמרורים ג-7 פולטי אור" (מס' 15), "תמרורים ושלטי אזהרה" (מס' 17), "שיפורי רמפות" (מס' 12).

טבלה 3.4. אמצעים באזור מעבר חצייה בקטע דרך – סיכום דעות המומחים

סיכום ציוני המומחים:	10- הוספת אוזניים למעבר חצייה	11- הוספת אי מפלט למעבר חצייה ברחוב חד מסלולי דו סטרי	12- שיפורי רמפות עיליה למדרכה באזור מעבר חצייה	13- שיפור תאורה במעבר חצייה	14- הסרת מטרדי ראות באזור מעבר חצייה	15- התקנת תמרורי ג-7 עיליים פולטי אור	16- התקנת תמרורי ג-7 עיליים פולטי אור עם מהבהבים ה-8 עם דמות	17- תמרורים ושלטי אזהרה בהתקבות למעבר חצייה	18- בניית מעבר עילי או תחתי להולכי רגל
ממוצע	8.71	9.00	5.53	7.94	8.94	6.41	6.82	5.59	9.18
חציון	9.0	9.0	6.0	8.0	10.0	7.0	7.0	6.0	9.0
סטיית תקן	0.92	0.79	2.29	1.64	1.34	2.09	2.24	1.73	1.07
מינימום	7	7	1	4	6	2	2	2	6
מקסימום	10	10	9	10	10	9	10	8	10
חשיבות יחסית	0.128	0.132	0.081	0.117	0.131	0.094	0.100	0.082	0.135

ג. אמצעים פיזיים לריסון תנועה ברחובות מאספים – טבלה 3.5.

לגבי קבוצת אמצעים זו, השערת האפס על אי הסכמה בין המומחים נדחתה ($p < 0.01$). עם זאת, מקדם ההסכמה קיבל ערך לא גבוה: $W=0.35$, שמצביע על מידת הסכמה בינונית בין המומחים. לפי סיכום דעות המומחים (ראה טבלה 3.5), האמצעי היעיל ביותר בקבוצה זו הנו "הקמת מפרדות" (מס' 22); אמצעי עם יעילות נמוכה הינו "שיפורים בדרכי גישה לבתים" (מס' 21), כאשר ליתר האמצעים: "הצרת מיסעה ע"י הצרת רוחב הנתבים" (מס' 19), "צמצום מספר נתיבים", "שינוי הסדרים דו-סטריים לחד-סטריים" (מס' 20, 19, 23) יוחסה חשיבות בינונית.

טבלה 3.5. אמצעים פיזיים לריסון תנועה ברחובות מאספים - סיכום דעות המומחים

סיכום ציוני המומחים:	19 - הצרת מיסעה ע"י הצרת רוחב הנתבים	20 - צמצום מספר הנתבים	21 - שיפורים בדרכי גישה לבתים	22 - הקמת מפרדות	23 - שינוי הסדרים דו סטריים לחד סטריים
ממוצע	7.06	7.00	5.00	8.47	6.82
חציון	8.0	8.0	6.0	9.0	6.0
סטיית תקן	2.14	2.55	2.50	1.33	1.94
מינימום	2	1	1	6	3
מקסימום	9	10	8	10	10
חשיבות יחסית	0.205	0.204	0.146	0.247	0.199

ד. אמצעים פיזיים בצמתים – טבלה 3.6.

לגבי קבוצת אמצעים זו, השערת האפס על אי הסכמה בין המומחים נדחתה ($p < 0.01$). עם זאת, מקדם ההסכמה קיבל ערך נמוך יחסית: $W=0.20$, והוא מצביע על מידת הסכמה נמוכה בין המומחים.

לפי סיכום דעות המומחים (ראה טבלה 3.6), האמצעי היעיל ביותר בקבוצה זו הנו "הפיכת צומת למעגל תנועה" (מס' 26); אמצעים נוספים עם רמת יעילות גבוהה יחסית הם: "הקמת מפרדה מוגבהת לביטול פניות שמאלה" (מס' 28) ו-"סגירת זרוע בצומת לכלי רכב" (מס' 29). אמצעים עם יעילות נמוכה הם: "שיפור צומת קמץ על ידי פיתול התנועות הישרות" (מס' 27) ו-"שינוי מיקום מעבר חצייה בפנייה ימינה" (מס' 25). בקבוצה זו אין אמצעים עם יעילות בינונית ברורה, כאשר האמצעי "סגירה חלקית, של אחד מכיווני הנסיעה, בזרוע בצומת" (מס' 30) מתקרב בחשיבותו לתת-קבוצת האמצעים עם יעילות גבוהה והאמצעי "הקטנת רדיוס פנייה ימינה" (מס' 24) אינו רחוק מתת-קבוצת האמצעים עם יעילות נמוכה.

טבלה 3.6. אמצעים פיזיים בצמתים – סיכום דעות המומחים

סיכום ציוני המומחים:	24 - הקטנת רדיוס פנייה ימינה	25 - שינוי מיקום מעבר חצייה בפנייה ימינה ליד אי משולש	26 - הפיכת תנועה צומת למעגל	27 - שיפור צומת קמץ על ידי פיתול התנועות הישרות	28 - הקמת מפרדה מוגבהת לביטול פניות שמאלה	29 - סגירת זרוע בצומת לכלי רכב	30 - סגירה חלקית, של אחד מכיווני הנסיעה, בזרוע בצמת
ממוצע	6.24	5.94	7.94	5.88	7.59	7.53	7.24
חציון	7.0	6.0	8.0	6.0	8.0	8.0	8.0
סטיית תקן	2.28	1.98	2.38	2.20	1.73	1.70	1.92
מינימום	1	1	1	1	4	2	2
מקסימום	9	9	10	9	10	9	9
חשיבות יחסית	0.129	0.123	0.164	0.122	0.157	0.156	0.150

ה. מיתון תנועה – טבלה 3.7.

לגבי אמצעי מיתון תנועה, השערת האפס על אי הסכמה בין המומחים נדחתה ($p < 0.01$). עם זאת, מקדם ההסכמה קיבל ערך לא גבוה: $W=0.27$, והוא מצביע על מידת הסכמה נמוכה בין המומחים.

לפי סיכום דעות המומחים (ראה טבלה 3.7), האמצעי היעיל ביותר בקבוצה זו הנו "מדרחוב" (מס' 43); אמצעים נוספים עם רמת יעילות גבוהה יחסית הם: "פסי האטה", "מעבר חצייה מוגבה", "הצרה נקודתית של דרך", "רחוב משולב" (מס' 31, 32, 33, 42). אמצעי עם יעילות הנמוכה ביותר הינו "פסי הרעדה" (מס' 36). ליתר האמצעים: "העתקות", "מעגל תנועה זעיר", "צומת מוגבה", "שערים", "ריצוף מיוחד", "ביטול פניות שמאלה", "עיצוב עקלתוני של דרך" (מס' 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41) יוחסה חשיבות בינונית. ראוי לציין שדעות המומחים בארץ לגבי יעילות אמצעי מיתון תנועה תואמות למדי את ממצאי הספרות בנושא.

טבלה 3.7. מיתון תנועה – סיכום דעות המומחים

סיכום ציוני המומחים:	31 - התקנת פסי האטה	32 - מעבר חצייה מוגבה	33 - הצרה נקודתית של דרך	34 - העתקות	35 - מעגל תנועה זעיר	36 - פסי הרעדה
ממוצע	7.29	7.29	7.47	6.59	6.29	4.18
חציון	8.0	8.0	8.0	7.0	7.0	4.0
סטיית תקן	1.36	1.40	1.37	1.91	2.26	2.24
מינימום	5	4	3	2	2	1
מקסימום	10	9	9	9	9	8
חשיבות יחסית	0.086	0.086	0.088	0.077	0.074	0.049

טבלה 3.7. (המשך)

סיכום ציוני המומחים:	37 - צומת מוגבה	38 - שערים	39 - חומרי ריצוף מיוחדים למיסעה ולמדרכה	40 - ביטול פניות בצומת	41 - עיצוב עקלתוני של דרך	42 - רחוב משולב	43 - מדרחוב
ממוצע	6.76	5.76	5.59	6.35	6.00	7.24	8.35
חציון	7.0	6.0	6.0	7.0	6.0	8.0	9.0
סטיית תקן	1.82	2.56	2.12	2.45	2.32	2.22	2.57
מינימום	3	1	2	2	1	2	1
מקסימום	9	9	9	10	9	10	10
חשיבות יחסית	0.079	0.068	0.066	0.075	0.070	0.085	0.098

ו. רמזורים – טבלה 3.8.

לגבי קבוצת אמצעים זו, השערת האפס על אי הסכמה בין המומחים נדחתה ($p < 0.01$). כמו כן, מקדם ההסכמה קיבל ערך גבוה: $W=0.62$, והוא מצביע על מידת הסכמה גבוהה בין המומחים. לפי סיכום דעות המומחים (ראה טבלה 3.8), האמצעים היעילים ביותר בקבוצה זו הם: "תזמון רמזורים: פאזה בלעדית ירוק להולכי רגל" (מס' 48) ו-"תזמון רמזורים: ירוק להולכי רגל מופרד מרכב בקונפליקט" (מס' 46). האמצעים עם יעילות נמוכה הם: "תזמון רמזורים: ירוק להולכי רגל יחד עם ירוק לרכב בקונפליקט" (מס' 45) ו-"תזמון רמזורים: ירוק להולכי רגל יחד עם ירוק לרכב בקונפליקט שמקדים ירוק רכב בקונפליקט" (מס' 47). שני האמצעים שנותרו אינם עם יעילות בינונית ברורה, אלא מתקרבים לשני הקצוות: האמצעי "רמזור צומת" (מס' 44) מתקרב בחשיבותו לתת-קבוצת האמצעים עם יעילות גבוהה, כאשר האמצעי "הוספת אות קולי לפנסי הולכי רגל" (מס' 49) דומה בחשיבותו לתת-קבוצה של אמצעים עם יעילות נמוכה.

טבלה 3.8. רמזורים – סיכום דעות המומחים

49 - הוספת אות קולי לפנסי הולכי רגל	48 - תזמון רמזורים: פאזה בלעדית ירוק להולכי רגל (מאפשר חציה בכל הכוונים בצומת כולל באלכסון)	47 - תזמון רמזורים: ירוק להולכי רגל יחד עם ירוק לרכב בקונפליקט שמקדים ירוק רכב בקונפליקט	46 - תזמון רמזורים: ירוק להולכי רגל מופרד מרכב בקונפליקט	45 - תזמון רמזורים: ירוק להולכי רגל יחד עם ירוק לרכב בקונפליקט בשילוב עם מהבהב מותנה בפנייה ימינה	44 - רמזור צומת	סיכום ציוני המומחים:
5.88	8.94	5.47	8.71	5.29	7.82	ממוצע
6.0	9.0	6.0	9.0	6.0	8.0	חציון
2.15	1.09	2.72	1.57	2.69	2.21	סטיית תקן
1	7	1	4	1	3	מינימום
9	10	9	10	8	10	מקסימום
0.140	0.212	0.130	0.207	0.126	0.186	חשיבות יחסית

ז. אמצעים אחרים – טבלה 3.9.

לגבי האמצעים האחרים, השערת האפס על אי הסכמה בין המומחים נדחתה ($p < 0.01$). עם זאת, מקדם ההסכמה קיבל ערך לא גבוה: $W=0.35$, והוא מצביע על מידת הסכמה בינונית בין המומחים. לפי סיכום דעות המומחים (ראה טבלה 3.9), האמצעים היעילים ביותר בקבוצה זו הם: "באזור בית ספר: אכיפת משטרה", "באזור בית ספר: הסדרת אזור הורדת/העלאת ילדים לכלי רכב", "שיפור נראות הולכי רגל בשעות חשכה ע"י לבישת אביזרים מחזירי אור" (מס' 52, 57, 62). האמצעים עם יעילות נמוכה הם: "באזור התקרבות לבית ספר: התקנת תמרורי אזהרה", "הסברה להולכי רגל באמצעות קמפיינים" (מס' 53, 59). ליתר האמצעים כגון: משמרות זה"ב, ליווי מבוגרים למשמרות זה"ב, תוכניות לימוד לדרכים בטוחות להגעה רגלית לביה"ס, ביצוע תוכנית ממוקדת ומשולבת לשיפור בטיחות להולכי רגל ברשות המקומית, הדרכה להורים בבית הספר, זיהוי שכונה או אזור ע"י אלמנטים ייחודיים, אכיפה משטרתית, הקמת רשת הליכה בעיר (מס' 50, 51, 54, 55, 56, 58, 60, 61) – יוחסה יעילות בינונית.

טבלה 3.9. אמצעים אחרים – סיכום דעות המומחים

סיכום ציוני המומחים:	50 - באזור בית ספר: ליווי מבוגרים למשמרות זה"ב	51 - באזור בית ספר: משמרות זה"ב	52 - באזור בית ספר: אכיפת משטרה- מהירות, זכות קדימה להולכי רגל במעבר חצייה, איסור חנייה	53 - באזור התקרבות לבית ספר: התקנת תמרורי אזהרה	54 - בבית ספר: תוכניות לימוד לדרכים בטוחות להגעה רגלית לביה"ס	55 - ברשות מקומית: ביצוע תוכנית ממוקדת ומשולבת לשיפור בטיחות להולכי רגל	56 - בבית ספר: הדרכה להורים (עצירת רכב בקרבת ב"ס)
ממוצע	7.41	7.65	8.47	5.47	7.24	7.76	6.65
חציון	8.0	8.0	9.0	6.0	8.0	8.0	6.0
סטיית תקן	1.58	1.84	1.12	2.12	1.60	1.60	1.62
מינימום	4	3	6	2	4	5	4
מקסימום	10	10	10	10	9	10	9
חשיבות יחסית	0.080	0.082	0.091	0.059	0.078	0.084	0.072

טבלה 3.9. (המשך)

סיכום ציוני המומחים:	57 - באזור בית ספר: הסדרת אזור הורדת/העלאת ילדים לכלי רכב	58 - זיהוי שכונה או אזור ייחודיים: שילוט, שערים, גיבון, תאורה	59 - הסברה להולכי רגל באמצעות קמפיינים	60 - אכיפת משטרתית- זכות קדימה לה"ר במע"ח, מהירות	61 - הקמת רשת הליכה בעיר	62 - שיפור נראות הולכי רגל בשעות חשכה ע"י לבישת אביזרים מחזירי אור
ממוצע	8.18	6.24	5.12	7.06	7.47	8.06
חציון	9.0	6.0	5.0	8.0	8.0	8.0
סטיית תקן	1.67	2.31	1.73	2.11	2.18	1.34
מינימום	5	2	2	3	2	6
מקסימום	10	10	8	10	10	10
חשיבות יחסית	0.088	0.067	0.055	0.076	0.081	0.087

3.2.3.2. אמצעים שאינם מיושמים בארץ

ח. אמצעים באזור מעבר חציה בקטע דרך – טבלה 3.10.

לגבי קבוצת אמצעים זו, השערת האפס על אי הסכמה בין המומחים נדחתה ($p < 0.01$). עם זאת, מקדם ההסכמה קיבל ערך לא גבוה: $W=0.27$, והוא מצביע על מידת הסכמה נמוכה בין המומחים.

לפי סיכום דעות המומחים (ראה טבלה 3.10), האמצעים היעילים ביותר בקבוצה זו הם: "התקנת תאורה חכמה במעבר חצייה: הגברת עוצמת תאורה המופעלת ע"י חישנים להולכי רגל" ו-"התקנת מעבר חציה חכם" (מס' 71, 69), כאשר גם אמצעי "סימון זיגזג אנגלי בהתקרבות למעבר חצייה" (מס' 64) קרוב, לפי המומחים, לאמצעים היעילים ביותר.

האמצעים עם צפי ליעילות נמוכה הם: "סימון מעברי חצייה באופנים שונים", "סימון קו עצירה לרכב לפני מעבר חצייה הנמצא בקטע דרך", "התקנת סמנים מחזירי אור במיסעה לרוחב מעבר חצייה" (מס' 63, 65, 67).

ליתר האמצעים כגון: "סימון קו עצירה מקדים למעבר חצייה במסלול חד-סיטרי דו-נתיבי", "התקנת סמנים פולטי אור במיסעה לרוחב מעבר חצייה", "התקנת פנס חכם עם דמות הולך רגל המציינת כוון חצייה המופעלת ע"י חישנים לה"ר" (מס' 66, 68, 70) - יוחסה יעילות בינונית.

טבלה 3.10. אמצעים באזור מעבר חציה בקטע דרך שאינם מיושמים בארץ – סיכום דעות המומחים

סיכום ציוני המומחים:	ממוצע	חציון	סטיית תקן	מינימום	מקסימום	חשיבות יחסית
63 - סימון מעברי חצייה באופנים שונים	3.94	3.0	2.66	1	8	0.080
64 - סימון זיגזג אנגלי בהתקבכות למעבר חצייה: איסור עצירה וחניה ואיסור עקיפה	6.35	7.0	2.69	1	10	0.129
65 - סימון קו עצירה לרכב לפני מעבר חצייה הנמצא בקטע דרך	4.47	5.0	2.62	1	8	0.091
66 - סימון קו עצירה מקדים למעבר חצייה במסלול חד סיטרי דו נתיבי	5.18	6.0	2.96	1	9	0.105
67 - התקנת סמנים מחזורי אור במיסעה לרוחב מעבר חצייה	4.47	4.0	2.48	1	8	0.091
68 - התקנת סמנים פולטי אור במיסעה לרוחב מעבר חצייה	5.41	6.0	2.65	1	9	0.110
69 - התקנת מעבר חצייה חכם: סמנים פולטי אור במיסעה לרוחב מעבר חצייה מופעלים ע"י חישנים לה"ר	6.76	8.0	2.63	2	10	0.137
70 - התקנת פנס חכם עם דמות הולך רגל המציינת כוון חצייה המופעלת ע"י חישנים לה"ר	5.82	6.0	2.48	1	10	0.118
71 - התקנת תאורה חכמה במעבר חצייה: הגברת עוצמת תאורה המופעלת ע"י חישנים לה"ר	6.82	7.0	2.21	1	9	0.139

ט. אמצעים בתכנון רמזורים – טבלה 3.11.

לגבי קבוצת אמצעים זו, השערת האפס על אי הסכמה בין המומחים נדחתה גבולית ($p < 0.06$). כמו כן, מקדם ההסכמה קיבל ערך נמוך: $W=0.12$, והוא מצביע על מידת הסכמה נמוכה בין המומחים. לפי סיכום דעות המומחים (ראה טבלה 3.11), האמצעים היעילים ביותר בקבוצה זו הם: "התקנת פנסי ספירה לאחור להולך רגל המראה סוף זמן פינוי מעבר החצייה", "פנס הולך רגל מהבהב באדום או בירוק בזמן פינוי מעבר החצייה", "רמזור מעבר חציה בקטע עם רמזורים מיוחדים בשיטה אנגלית" (מס' 72, 76, 77).

האמצעי עם צפי יעילות נמוכה הינו "בירוק משותף לרכב פונה ימינה ולהולך רגל: הוספת פנס דמוי עיניים זזות להזהרת הולכי רגל" (מס' 75).

ליתר האמצעים כגון: "הוספת גלאי אוטומטי להולכי רגל במקום לחצן דרישה", "הוספת גלאי אוטומטי להולכי רגל להבטחת פינוי הולך רגל", "התקנת פנסי ספירה לאחור להולך רגל המראה את תחילת הירוק" (מס' 73, 74, 78) - יוחסה יעילות בינונית.

טבלה 3.11. אמצעים בתכנון רמזורים שאינם מיושמים בארץ – סיכום דעות המומחים

סיכום ציוני המומחים:	78 - התקנת פנסי ספירה לאחור להולך רגל המראה את תחילת הירוק (בזמן האדום) להולכי רגל)	77 - התקנת פנסי ספירה לאחור להולך רגל המראה סוף זמן פינוי מעבר החציה (בזמן אדום או ירוק מהבהב להולכי רגל)	76 - פנס הולך רגל מהבהב באדום או בירוק בזמן פינוי מעבר החציה (במקום אדום קבוע)	75 - בירוק משותף לרכב פונה ימינה ולהולך רגל: הוספת פנס דמוי עיניים זזות להזהרת ה"ר"	74 - הוספת גלאי אוטומטי להולכי רגל להבטחת פינוי הולך רגל	73 - הוספת גלאי אוטומטי להולכי רגל במקום לחצן דרישה	72 - רמזור מעבר חציה בקטע עם רמזורים מיוחדים בשיטה אנגלית מסוג Pelican או Puffin	סיכום ציוני המומחים:
ממוצע	6.35	6.94	6.71	5.12	6.00	6.12	6.65	
חציון	7.0	8.0	7.0	5.0	6.0	6.0	8.0	
סטיית תקן	2.83	2.54	2.37	2.26	2.40	2.18	2.34	
מינימום	1	1	1	1	1	3	2	
מקסימום	10	10	10	8	9	10	10	
חשיבות יחסית	0.145	0.158	0.153	0.117	0.137	0.139	0.151	

3.2.4. ניתוח רגישות

ניתוח רגישות התוצאות נועד לבחון האם ערכי יעילותם של האמצעים ישתנו כאשר מרשימת המומחים יוצאו מומחים "חריגים" - כאלה שציוניהם שונים מהותית מהציונים של יתר המומחים.

בחינת הרגישות רלוונטית בעיקר עבור קבוצות האמצעים בהן חלק מן המומחים נתנו ציונים חריגים לעומת יתר המומחים. החלטה על מידת החריגה של ציונים של מומחה מסוים מתקבלת על סמך בדיקת מהימנות של עקיבות פנימית – מקדם אלפא של קרונובר. המומחה נחשב ל-"חריג" כאשר ציונו שונה באופן מובהק ממוצע הציונים של יתר המומחים וכמו כן, כאשר הורדת מומחה זה גורמת לעלייה בעוצמת ההסכמה בין המומחים (כגון: מעבר ממידת הסכמה "נמוכה" ל-"בינונית") ו/או לעלייה ברמת המובהקות של מקדם ההסכמה W (דחיית השערת האפס על חוסר הסכמה בין המומחים – ראה סעיף 3.2.2 לעיל). כאשר בעקבות הסרת המומחה לא נמצא שינוי בעוצמת ההסכמה ו/או ברמת המובהקות, אך נצפה שינוי מסוים בגובה מקדם ההסכמה כגון: עליה מעל 10% לעומת ערכו המקורי, המומחה נחשב ל-"מעט חריג". ביתר המקרים המומחה אינו נחשב לחריג והוא לא יוצא מרשימת המומחים. כאשר בהערכת קבוצת אמצעים מסוימת לא נמצא אף מומחה "חריג" או "מעט חריג", לא נדרש ניתוח רגישות התוצאה - חישוב חוזר של ערכי יעילותם של האמצעים.

מקרב תשע קבוצות האמצעים שהוערכו ע"י המומחים, בארבע קבוצות לא נמצאו מומחים עם ציונים חריגים ולכן, בחינת הרגישות אינה רלוונטית. קבוצות אמצעים אלה הן:

"א. אמצעים פסיים להולכי רגל בקטע דרך" (אמצעים 9-1),

"ב. אמצעים באזור מעבר חציה בקטע דרך" (18-10),

"ו. רמזורים" (49-44),

"ז. אמצעים אחרים" (62-50).

ביתר קבוצות האמצעים נתגלו מומחים עם ציונים "חריגים" או "מעט חריגים". קבוצות אמצעים אלה מוצגים בטבלה 3.12, כולל מקדמי ההסכמה בין המומחים לפני ואחרי הוצאת מומחים עם ציונים

חריגים. ניתן להבחין בטבלה 3.12 שלאחר הוצאת המומחים החריגים, נצפו עליות במקדמי ההסכמה בין המומחים (W) בכל הקבוצות, כאשר בשני מקרים: קבוצה ה' וקבוצה ח', מידה ההסכמה עלתה מ- "נמוכה" ל-"בינונית". כמו כן, לאחר הסרת המומחים החריגים חל שיפור ברמת המובהקות של מקדם ההסכמה של קבוצה ט'.

טבלה 3.12. קבוצות האמצעים שבהערכתם נמצאו מומחים עם ציונים חריגים

קבוצות עם ציונים "מעט חריגים"		קבוצות עם ציונים "חריגים"			מאפיינים
ד. אמצעים פיזיים בצמתים (24-30)	ג. אמצעים לריסון תנועה ברחובות מאספים (19-23)	ט. אמצעים בתכנון רמזורים שאינם מיושמים בארץ (72-78)	ח. אמצעים באזור מעבר חציה בקטע דרך שאינם מיושמים בארץ (63-71)	ה. מיתון תנועה (31-43)	קבוצת אמצעים (מספרי אמצעים בשאלון)
W=0.20 p<0.01	W=0.35 p<0.01	W=0.12 p<0.06	W=0.27 p<0.01	W=0.27 p<0.01	מקדם הסכמה "לפני" – המקורי, על סמך הרכב מומחים מלא
נמוכה	בינונית	נמוכה	נמוכה	נמוכה	מידת הסכמה "לפני"
17	17	17	17	17	מספר מומחים "לפני"
W=0.26 p<0.01	W=0.48 p<0.01	W=0.16 p<0.05	W=0.34 p<0.01	W=0.32 p<0.01	מקדם הסכמה "אחרי" - לאחר הוצאת מומחים חריגים
נמוכה	בינונית	נמוכה	בינונית	בינונית	מידת הסכמה "אחרי"
15	15	15	15	15	מספר מומחים "אחרי"

עבור שלוש קבוצות האמצעים שבהערכתם נתגלו מומחים "חריגים" (ה', ח', ט'), לאחר הסרת המומחים החריגים, בוצע חישוב חוזר של ערכי יעילות האמצעים על פי דעות המומחים. טבלה 3.13 מציגה את ערכי החשיבות היחסית של האמצעים, "לפני" – החישוב המקורי עם כל המומחים שהיו בסקר, ו-"אחרי" – חישוב חוזר בעקבות הסרת המומחים החריגים. ניתן לראות שבקבוצות האמצעים ה' (מיתון תנועה) ו-ט' (אמצעי רמזור שאינם מיושמים בארץ) ערכי חשיבות האמצעים לא השתנו בעקבות הסרת המומחים החריגים.

לעומת זאת, בקבוצה ח' (אמצעים באזור מעבר חציה בקטע דרך שאינם מיושמים בארץ) בעקבות הסרת המומחים החריגים, התחזק הפער בין האמצעים עם יעילות גבוהה והאמצעים עם יעילות נמוכה וכמו כן, שתי תת-קבוצות האמצעים הצטמצמו עד שני אמצעים, כל אחת. על פי דעתם של 15 מומחים שנתרו (שמידת ההסכמה ביניהם גבוהה יותר), האמצעים עם פוטנציאל גבוה לשיפור בטיחות הולכי הרגל באזור מעבר חציה בקטע דרך בתנאי הארץ הם: מעבר חציה חכם ותאורה חכמה, כאשר האמצעים עם פוטנציאל נמוך הם: סימון מעבר באופנים שונים ו-סימון קו עצירה לפני מעבר חציה.

טבלה 3.13. ערכי החשיבות היחסית של אמצעים, לפני ואחרי שינוי מספר המומחים בהערכתם

קבוצה ה': מיתון תנועה

אמצעי	31 - התקנת פסי האטה	32 - מעבר חצייה מוגבה	33 - הצרה נקודתית של דרך	34 - העתקות	35 - מעגל תנועה זעיר	36 - פסי הרעדה
חשיבות יחסית "לפני"	0.09	0.09	0.09	0.08	0.07	0.05
חשיבות יחסית "אחרי"	0.09	0.09	0.09	0.08	0.07	0.05
אמצעי	37 - צומת מוגבה	38 - שערים	39 - חומרי ריצוף מיוחדים	40 - ביטול פניות בצומת	41 - עיצוב של דרך	42 - רחוב משולב
חשיבות יחסית "לפני"	0.08	0.07	0.07	0.08	0.07	0.09
חשיבות יחסית "אחרי"	0.08	0.06	0.07	0.07	0.07	0.09

קבוצה ח': אמצעים באזור מעבר חציה בקטע דרך שאינם מיושמים בארץ

אמצעי	63 - סימון מעברי חצייה באופנים שונים	64 - סימון זיגזג אנגלי בהתקרבות למעבר חצייה	65 - סימון קו עצירה לרכב לפני מעבר חצייה בקטע	66 - סימון קו עצירה מקדים למעבר חצייה במסלול חד סיטרי דו נתיבי	67 - התקנת סמנים מחזירי אור במיסעה לרוחב מעבר חצייה	68 - התקנת סמנים פולטי אור במיסעה לרוחב מעבר חצייה	69 - התקנת מעבר חציה חכם	70 - התקנת פנס חכם עם דמות הולך רגל המציינת כוון חצייה	71 - התקנת תאורה חכמה במעבר חצייה
חשיבות יחסית "לפני"	0.08	0.13	0.09	0.11	0.09	0.11	0.14	0.12	0.14
חשיבות יחסית "אחרי"	0.07	0.13	0.08	0.10	0.10	0.11	0.15	0.12	0.14

קבוצה ט': אמצעים בתכנון רמזורים שאינם מיושמים בארץ

אמצעי	72 - רמזור מעבר חציה עם בקטע עם רמזורים מיוחדים בשיטה אנגלית	73 - הוספת גלאי אוטומטי להולכי רגל במקום לחצן דרישה	74 - הוספת גלאי אוטומטי להולכי רגל להבטחת פינוי הולך רגל	75 - בירוק משותף לרכב פונה ימינה ולהולך רגל: הוספת פנס דמוי עיניים זזות	76 - פנס הולך רגל מהבהב באדום או בירוק בזמן פינוי מעבר החצייה	77 - התקנת פנסי ספירה לאחור להולך רגל המראה את תחילת הירוק	78 - התקנת פנסי ספירה לאחור להולך רגל המראה את תחילת הירוק
חשיבות יחסית "לפני"	0.15	0.14	0.14	0.12	0.15	0.16	0.15
חשיבות יחסית "אחרי"	0.15	0.13	0.14	0.12	0.15	0.16	0.15

3.2.5 סיכום

לפי המומחים בארץ, האמצעים היעילים ביותר לשיפור בטיחות הולכי הרגל בתנאי הארץ הם:

(א) בין האמצעים המיושמים בתנאי הארץ -

בקבוצת אמצעים פסיים להולכי רגל בקטע דרך - הקמת מדרכות;

בקבוצת אמצעים פיזיים באזור מעבר חציה בקטע דרך - בניית מעבר עלי או תחתי להולכי רגל,

הוספת אי מפלט, הסרת מטרדי ראות, הוספת אוזניים;

בקבוצת אמצעים פיזיים לריסון תנועה ברחובות מאספים - הקמת מפרדות בנויות;
בקבוצת אמצעים פיזיים בצמתים - הפיכת צומת למעגל תנועה, הקמת מפרדה בנויה לביטול פניות שמאלה, סגירת זרוע בצומת לכלי רכב;
בקבוצת אמצעי מיתון תנועה – מדרחוב, פסי האטה, מעבר חצייה מוגבה, הצרה נקודתית של דרך, רחוב משולב;

בתכנון רמזורים - פאזה בלעדית ירוק להולכי רגל, ירוק להולכי רגל מופרד מרכב בקונפליקט;
בקרב אמצעים אחרים - אכיפת משטרה באזור בתי ספר, הסדרת אזור הורדת/העלאת ילדים לכלי רכב באזור בתי ספר, שיפור נראות הולכי רגל בשעות חשכה ע"י לבישת אביזרים מחזירי אור.

(ב) בין האמצעים שאינם מיושמים בארץ -

בקבוצת אמצעים באזור מעבר חציה בקטע דרך - התקנת תאורה חכמה במעבר חצייה והתקנת מעבר חציה חכם;

בקבוצת אמצעים לתכנון רמזורים - התקנת פנס ספירה לאחור להולכי רגל המראה סוף זמן פינוי מעבר החצייה, פנס הולך רגל מהבהב באדום או בירוק בזמן פינוי מעבר החצייה וכמו כן, רמזור מעבר חציה בקטע עם רמזורים מיוחדים בשיטה אנגלית.

לבסוף, מעניין להשוות בין תמונת יעילות האמצעים שמצטיירת על סמך ממצאי הספרות (ראה סעיף 3.1.3 לעיל) לבין מידת יעילותם שנקבעה ע"י המומחים. עקרונית, השאלון שנשלח למומחים נגזר על סמך סיווג האמצעים שנבנה בעקבות סיכום ממצאי הספרות. עם זאת, עקב השינויים שנערכו במהלך המחקר שתי רשימות האמצעים אינן זהות במלואן: הגרעין המשותף בין שתי הרשימות כולל 63 אמצעים, כאשר ברשימה הסופית לפי הספרות נכללו 4 אמצעים נוספים שלא היו בשאלון ולהפך, בשאלון שנשלח למומחים היו 15 אמצעים נוספים לעומת רשימת הספרות.

לביצוע ההשוואה בין יעילות האמצעים לפי הספרות לעומת המומחים, לכל אמצעי ניתנו ציונים כלהלן:

1) הערכה לפי הספרות: "1" - נמצא יעיל בטיחותית, "0" - אין ממצאים כמותיים (ראה טבלה 3.2 לעיל);

2) דירוג יעילות לפי המומחים: 2 - גבוהה, 1 - בינונית, 0 - נמוכה (ראה ממצאים בסעיף 3.2.3).

טבלה 3.14 מציגה את האמצעים המשותפים משתי הרשימות (63 אמצעים), בתוספת ציוני היעילות הנ"ל. ניתן לטעון להתאמה בין ממצאי הספרות לבין דעות המומחים כאשר האמצעי:

(א) נמצא יעיל בטיחותית לפי הספרות ו-שווה לתת-קבוצת האמצעים עם רמת יעילות גבוהה לפי המומחים, או

(ב) אין ממצאים כמותיים בספרות לגבי יעילות האמצעי, כאשר לפי דעות המומחים האמצעי שווה לתת-קבוצה עם רמת יעילות נמוכה.

(שני המצבים מסומנים בטבלה 3.14 בגוון ירוק וחום, בהתאמה).

טבלה 3.14. אמצעים לשיפור בטיחות הולכי הרגל, המשותפים לרשימת הספרות ושאלון המומחים

והערכות יעילותם

דירוג יעילות לפי מומחים #	הערכה לפי ספרות*	אמצעים לפי הספרות	(2)	(1)
2	1	הקמת מדרכות	1	א
1	0	שדרוג מדרכה על ידי פינוי רצועת הליכה ממכשולים להולכי רגל	2	א
0	0	שדרוג מדרכה על ידי מיקום ריהוט רחוב כגון ספסלים, תמרורים, פחי אשפה, ברצועת שרות ייעודית	3	א
1	0	הוספת אזור חיץ בין מדרכה ומיסעה (רצועת גינון, נתיב חנייה, שביל אופניים)	4	א
0	0	גדרות הולכי רגל לאורך המדרכה	5	א
1	1	גדרות הולכי רגל במפרדה	6	א
1	1	שיפור תאורה לאורך רחוב	7	א
1	0	סלילת מדרכה והתקנת מעברי חצייה ליד תחנת אוטובוס	8	א
0	0	העברת תחנת אוטובוס לצד הרחוק של הצומת (אחרי הצומת)	9	א
2	1	הוספת אוזניים למעבר חצייה	10	ב
2	1	הוספת אי מפלט למעבר חצייה בקטע רחוב	11	ב
0	0	שיפורי רמפות עלייה למדרכה באזור מעבר חצייה	12	ב
0	0	סימון מעברי חצייה	13	ב
1	1	שיפור תאורה במעבר חצייה	14	ב
2	0	הסרת מטרדי ראות באזור מעבר חצייה	15	ב
0	1	התקנת תמרורים עיליים פולטי אור ומאירים (ג-7)	16	ב
1	1	התקנת תמרורי עיליים פולטי אור ומאירים (ג-7) בשילוב פנסים מהבהבים (ה-8)	17	ב
0	1	תמרורים ושלטי אזהרה בהתקרבות למעבר חצייה	18	ב
1	1	קו עצירה מקדים למעבר חצייה בדרך חד סטרית דו נתיבית	19	ב
0	0	התקנת סמנים מחזירי אור לרוחב מעבר חצייה	20	ב
1	0	התקנת סמנים פולטי אור במיסעה לרוחב מעבר חצייה	21	ב
2	1	התקנת מעבר חצייה "חכם" עם סמנים פולטי אור במיסעה לרוחב מעבר חצייה	22	ב
1	1	התקנת פנס חכם דמוי עיניים זזות במעבר חצייה	23	ב
2	1	התקנת תאורה חכמה במעבר חצייה	24	ב
2	1	בניית מעבר עילי או תחתי להולכי רגל	25	ב
1	1	הצרת מיסעה ע"י הצרת רוחב הנתיבים	26	ג
1	0	הצרת מיסעה ע"י צמצום מספר הנתיבים	27	ג
0	0	שיפורים בדרכי גישה לבתים	28	ג
2	1	הקמת מפרדות בנויות	29	ג
1	1	שינוי הסדרים דו סטריים לחד סטריים	30	ג
1	0	הקטנת רדיוס פנייה ימינה	31	ד
0	0	שינוי מיקום מעבר חצייה בפנייה ימינה עם אי משולש	33	ד
2	1	הפיכת צומת למעגל תנועה	34	ד
0	0	שיפור צומת קמץ (T) על ידי פיתול התנועות הישרות	35	ד
2	0	חסימת צומת צלב על ידי בניית מפרדה בדרך הראשית	36	ד
2	0	סגירת זרוע בצומת לכלי רכב	37	ד
1	0	סגירה חלקית, של אחד מכיווני הנסיעה, בזרוע בצמת	38	ד
2	1	אמצעי מיתון תנועה	39	ה
2	1	מעבר חצייה מוגבה	40	ה
2	1	רחוב משולב	41	ה
2	1	מדרחוב	42	ה
1	1	רמזור צומת	43	ו
0	לא יעיל	תזמון רמזורים: ירוק להולכי רגל יחד עם ירוק לרכב בקונפליקט בשילוב עם מהבהב מותנה בפניה ימינה	44	ו
0	1	תזמון רמזורים: ירוק להולכי רגל יחד עם ירוק לרכב בקונפליקט שמקדים ירוק רכב בקונפליקט	46	ו

דירוג יעילות לפי מומחים #	הערכה לפי ספרות*	אמצעים לפי הספרות	(2)	(1)
2	1	תזמון רמזורים: פאזה בלעדית ירוק להולכי רגל (מאפשר חציה בכל הכוונים בצומת כולל באלכסון)	47	ו
1	0	ברמזור: הוספת גלאי אוטומטי להולכי רגל במקום לחצן דרישה	48	ו
1	0	ברמזור: הוספת גלאי אוטומטי להולכי רגל לפינוי הולך רגל	49	ו
0	1	ברמזור בירוק משותף לרכב פונה ימינה ולהולך רגל: הוספת פנס דמוי עיניים זזות להזהרת הולכי רגל	50	ו
2	1	ברמזור: התקנת פנסי ספירה לאחור להולך רגל המראה סוף זמן פינוי מעבר החצייה	51	ו
1	0	ברמזור: הוספת אות קולי לפנסי הולכי רגל	52	ו
1	0	באזור בית ספר: ליווי מבוגרים למשמרות זה"ב	53	ז
1	0	באזור בית ספר: משמרות זה"ב	54	ז
2	0	באזור בית ספר: אכיפת משטרה - מהירות, זכות קדימה לה"ר במעבר חצייה, איסור חנייה	55	ז
0	1	באזור התקרבות לבית ספר: התקנת תמרורי אזהרה	56	ז
1	0	בבית ספר: תוכניות לימוד לדרכים בטוחות להגעה רגלית לביה"ס	57	ז
1	0	ברשות מקומית: ביצוע תוכנית ממוקדת ומשולבת לשיפור בטיחות הולכי רגל (חינוך, הסברה, אכיפה ושיפור תשתיות)	58	ז
1	0	בבית ספר: הדרכה להורים (עצירת רכב בקרבת ביה"ס)	59	ז
2	0	באזור בית ספר: הסדרת אזור הורדת/העלאת ילדים לכלי רכב	60	ז
1	0	זיהוי שכונה או אזור ע"י אלמנטים ייחודיים: שילוט רחובות, שערים, גינות, תאורה	61	ז
0	1	הסברה להולכי רגל באמצעות קמפיינים	62	ז
1	1	אכיפת משטרתית- זכות קדימה לה"ר במעבר חצייה, מהירות	63	ז
1	0	הקמת רשת הליכה בעיר	64	ז
2	1	שיפור נראות הולכי רגל בשעות חשכה ע"י לבישת אביזרים מחזירי אור	65	ז

הערות לטבלה 3.14:

(1) קבוצת אמצעים לפי הספרות; (2) מס' אמצעים לפי הספרות;

* 1- נמצא יעיל בטיחותית, 0 - אין ממצאים בספרות

2 - גבוהה, 1 - בינונית, 0 - נמוכה

טבלה 3.15 מביאה תמונת מצב מסכמת: מספרי האמצעים לפי המצבים המוגדרים אשר נקבעו בעקבות סיווג האמצעים לפי ממצאי הספרות ולפי דעות המומחים. (בטבלה 3.15 בדומה לטבלה 3.14, שני המצבים שמצביעים על התאמה בין ממצאי הספרות ודעות המומחים מסומנים בגוונים ירוק וחום).

ניתן להבחין בטבלה 3.15 שלגבי קבוצות האמצעים: א' (אמצעים פיזיים להולכי רגל בקטע דרך), ב' (אמצעים באזור מעבר חצייה בקטע דרך), ג' (אמצעים פיזיים לריסון תנועה), ה' (מיתון תנועה) - נמצאה רמת התאמה גבוהה או יחסית גבוהה בין ממצאי הספרות ודעות המומחים. רמת התאמה בינונית בין ממצאי הספרות ודעות המומחים נצפתה לגבי קבוצות האמצעים ד' (אמצעים פיזיים בצמתים), ו' (רמזורים), ורמת התאמה נמוכה – לגבי קבוצת אמצעים ז' (אמצעים אחרים). סה"כ, לגבי כל האמצעים ביחד מצטיירת התאמה גבוהה יחסית בין ממצאי הספרות והערכות המומחים.

טבלה 3.15. סיווג האמצעים בעקבות הערכות לפי הספרות ולפי דעות המומחים – מספר אמצעים

לפי מצבים מוגדרים

רמת התאמה בין ממצאי הספרות ודעות המומחים	סה"כ אמצעים בקבוצה	דירוג יעילות לפי מומחים			הערכה לפי ספרות	קבוצת אמצעים
		נמוכה	בינונית	גבוהה		
גבוהה	9	0	2	1	נמצא יעיל בטיחותית	א': אמצעים פיזיים להולכי רגל בקטע דרך
		3	3	0	אין ממצאים	
יחסית גבוהה	16	2	4	5	נמצא יעיל בטיחותית	ב': אמצעים באזור מעבר חצייה בקטע דרך
		3	1	1	אין ממצאים	
גבוהה	5	0	2	1	נמצא יעיל בטיחותית	ג': אמצעים פיזיים לריסון תנועה ברחובות מאספים
		1	1	0	אין ממצאים	
בינונית	7	0	0	1	נמצא יעיל בטיחותית	ד': אמצעים פיזיים בצמתים
		2	2	2	אין ממצאים	
גבוהה	4	0	0	4	נמצא יעיל בטיחותית	ה': מיתון תנועה
		0	0	0	אין ממצאים	
בינונית	9	2	1	2	נמצא יעיל בטיחותית	ו': רמזורים
		1	3	0	אין ממצאים	
נמוכה	13	2	1	1	נמצא יעיל בטיחותית	ז': אמצעים אחרים
		0	7	2	אין ממצאים	
יחסית גבוהה	63	6	10	15	נמצא יעיל בטיחותית	סה"כ
		10	17	5	אין ממצאים	
		62.5%		75%		אחוז התאמה בין הספרות והמומחים

4. בחינה הנדסית של מוקדי תאונות הולכי רגל בישראל

4.1. בחירת אתרים לבחינה ההנדסית

מטרת הבחינה ההנדסית היא לאבחן מאפייני תשתית הקשורים להתרחשות תאונות הולכי רגל בישראל. לכן, לבחינה ההנדסית נבחרו מוקדי תאונות הולכי הרגל, מהשנים האחרונות. מוקדי תאונות הולכי הרגל נבחרו בדרכים עירוניות בישובים מעורבים ובישובים יהודיים (מוקדי תאונות הולכי הרגל בדרכים הלא עירוניות ובישובים הלא יהודיים לא נבחרו לבחינה במחקר הנוכחי כיוון שאתרים אלה מתוכננים לבחינה במסגרת מחקרים נפרדים).

בחירת מוקדי התאונות נעשתה על פי נתוני תאונות עם נפגעים מסוג "פגיעה בהולך רגל" בתחום עירוני שהתפרסמו על ידי הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (הלמ"ס) בשנים 2004-2006 (קבצי "ת"ד"). עבור שנים אלה בקבצי הלמ"ס הצטברו סה"כ 7,703 תאונות פגיעה בהולך רגל בתחום העירוני. בכ- 31% מתאונות אלו אין אפשרות לאתר את מיקום התאונות עקב פגמים ברישום, כגון: תאונה בקטע רחוב ללא מספר בית, תאונה בצומת עם ציון של שם רחוב אחד בלבד ללא שם רחוב נוסף.

ככלל, קיים קשר בין גודל היישוב לבין היקף פעילות הולכי רגל ותנועת כלי רכב בשטח היישוב. לכן, לגודל היישוב קיימת השפעה על שיעור תאונות דרכים מכל הסוגים בישוב, כולל תאונות פגיעה בהולכי הרגל. מסיבה זאת, מוקדי התאונות לביצוע בחינה הנדסית נבחרו בישובים מגדלים שונים. לצורך כך, כל היישובים בארץ פוצלו לשלוש קבוצות על פי גודל האוכלוסייה, כלהלן:

ישובים גדולים - מעל 200,000 תושבים; כדוגמת ירושלים, תל אביב וחיפה.

ישובים בינוניים - בין 50,000 ל- 200,000 תושבים; כדוגמת חולון, בת ים, כפר סבא, פתח תקווה.

ישובים קטנים - עד 50,000 תושבים⁸; כדוגמת קריית מוצקין, נצרת עילית, טבריה, קריית אתא.

איתור מוקדי תאונות הולכי הרגל בוצע בשני שלבים משלימים שהם:

(1) בכל אחת מקבוצות היישובים (בגדלים השונים) נבחרו יישובים עם ריכוזים גבוהים של תאונות הולכי רגל יחסית ליישובים אחרים בקבוצה, כאשר בכל אחד מהיישובים שנבחרו אותרו מוקדים של תאונות הולכי הרגל.

(2) נבנתה רשימה כוללת של אתרים – צמתים וכתובות (רחוב, מספר בית) – עם ריכוזי תאונות הולכי הרגל, בכל הארץ, כאשר מתוכה נבחרו אתרים עם ריכוזים גבוהים של התאונות.

פירוט השלבים ותוצאותיהם מוצגים בסעיפים הבאים.

4.1.1. בחירת מוקדי התאונות ביישובים עם ריכוז תאונות גבוה

לאחר חלוקת היישובים לפי גודלם (ראה לעיל), לכל קבוצת יישובים חושבו שני מדדים שהם:

⁸ ביישובים הקטנים מ-10,000 תושבים, מספר תאונות הולכי הרגל, אם נצפו, ככלל היה קטן ולא מאפשר מציאת מוקדים; לכן, היישובים לחיפוש מוקדי התאונות נבחרו מתוך היישובים בגודל שמעל 10,000 תושבים.

(1) מספר תאונות עם נפגעים מסוג "פגיעה בהולך רגל" בשנים 2004-2007 ביחס לגודל אוכלוסיית היישוב;

(2) מספר תאונות עם נפגעים מסוג "פגיעה בהולך רגל" בשנים 2004-2007 ביחס למספר כלי הרכב שרשומים ביישוב.

עבור כל אחת משלוש קבוצות היישובים חושבו ממוצעי המדדים. נמצא כי:

- ביישובים הגדולים, ממוצע תאונות הולכי רגל, בשנה, ל-100,000 תושבים הינו 53, עם טווח הערכים 27-106; ממוצע תאונות הולכי רגל, בשנה, ל-100,000 כלי רכב רשומים הינו 155, עם טווח הערכים 99-185;

- ביישובים הבינוניים, ממוצע תאונות הולכי רגל, בשנה, ל-100,000 תושבים הינו 43, עם טווח הערכים 13-74; ממוצע תאונות הולכי רגל, בשנה, ל-100,000 כלי רכב רשומים הינו 137, עם טווח הערכים 41-256;

- ביישובים הקטנים, ממוצע תאונות הולכי רגל, בשנה, ל-100,000 תושבים הינו 28, עם טווח הערכים 0-68; ממוצע תאונות הולכי רגל, בשנה, ל-100,000 כלי רכב רשומים הינו 104, עם טווח הערכים 0-285.

היישובים עם ערכי המדדים שמעל הממוצעים בקבוצה נבחרו למציאת אתרים עם מוקדי התאונות. משיקולים לוגיסטיים, בשלב זה ניתנה עדיפות ליישובים בחלק הצפוני של הארץ. סה"כ נבחרו לבחינה 14 ישובים, מתוכם אחד גדול (חיפה), שניים בינוניים (חדרה, נתניה) ו-11 קטנים - טבלה 4.1.

טבלה 4.1. מספר מוקדי תאונות הולכי רגל שנבחרו בשלב הראשון

מספר מוקדים	עיר
	ערים גדולות:
27	חיפה
סה"כ מוקדים: 27	סה"כ ערים: 1
	ערים בינוניות:
10	חדרה
8	נתניה
סה"כ מוקדים: 18	סה"כ ערים: 2
	ערים קטנות:
7	קריית מוצקין
4	קריית אתא
4	טבריה
3	אור עקיבא
3	עכו
2	עפולה
2	נצרת עילית
2	פרדס חנה כרכור
1	קריית טבעון
1	קריית ביאליק
1	קריית ים
סה"כ מוקדים: 30	סה"כ ערים: 11

הגדרת מוקדי תאונות הולכי רגל בתוך הישובים הייתה כלהלן:

- (1) צומת שאירעו בו 3 או יותר תאונות פגיעה בהולך רגל, בשלוש השנים;
- (2) קטע דרך שמזוהה באמצעות שם רחוב עם מספר בית אחד או מספר בתים סמוכים זה לזה, שאירעו בו 3 או יותר תאונות פגיעה בהולך רגל, בשלוש השנים;
- (3) קטע דרך באורך עד 200 מ', שיכול לכלול קטעי רחובות וצמתים, שאירעו בו 3 או יותר תאונות פגיעה בהולך רגל, בשלוש השנים.

עבור כל היישובים שנבחרו בשלב הראשון אותרו על גבי מפות כל המוקדים. ממוקדים אלו נגרעו האתרים בהם, משנת 2004 עד היום, בוצעו שינויים בתשתיות הקשורים להנדסת תנועה, לדוגמא: הפיכת צומת לא מרומזר לצומת מרומזר בשנת 2007 (זאת כי בסיורי שטח היום, לאחר ביצוע השינוי או בזמן ביצוע השינוי, לא ניתן לאבחן מאפייני תשתית שהיו קשורים להתרחשות התאונות בשנים הקודמות). סה"כ, נבחרו לבחינה פרטנית ונסקרו בסיורי שטח 75 מוקדי תאונות בערים השונות - ראה טבלה 4.1.

4.1.2. בחירת מוקדי התאונות בכל הארץ

עקב החשש כי בישובים שלא נבחרו לאיתור מוקדי התאונות קיימים אתרים עם מספר גבוה של תאונות הולכי הרגל, כאשר מאפייני התשתית של אתרים אלה שונים ממאפייני התשתית במוקדים שנבחרו בשלב ראשון, בוצעה השלמה של רשימת מוקדי התאונות לבחינה ההנדסית. לצורך כך, מתוך קבצי התאונות של הלמ"ס, התקבלה רשימת הצמתים והכתובות (רחוב ומספר בית), בהם בשנים 2004-2006 אירעו 3 או יותר תאונות מסוג "פגיעה בהולך רגל". סה"כ, נתקבלו 185 מוקדי תאונות שמתוכם 34 כבר היו ברשימה שנבנתה בשלב הראשון. מאידך, היו 151 אתרים שלא נכללו ברשימה המקדמית.

על מנת, לאפשר הרחבה של רשימת מוקדי התאונות, מחד, תוך כדי שמירה על היקף סביר של סיורי השטח, מאידך, הוחלט לצרף לרשימת המוקדים אתרים בהם התרחש מספר גבוה של תאונות פגיעה בהולך רגל, כגון: צומת שאירעו בו 5 או יותר תאונות פגיעה בהולך רגל בשלוש השנים; כתובת (שם רחוב עם מספר בית) שאירעו בה 4 או יותר תאונות פגיעה בהולך רגל בשלוש השנים. בעקבות סינון זה נתקבלו 40 מוקדי תאונות. לאחר גריעה של אתרים שבהם בוצעו שינויים בתשתיות בתקופה משנת 2004 עד היום, נוספו לבחינה ההנדסית סה"כ 20 מוקדי תאונות, ב-8 ערים, כמוצג בטבלה 4.2.

הערה: בעקבות סיורי השטח נמצא ש-18 מתוך 20 המוקדים שנוספו בשלב השני היו עם מאפיינים דומים למאפייני המוקדים שנבחרו בשלב הראשון. ממצא זה תמך בדיעבד בהחלטתנו לא להרחיב יותר את רשימת מוקדי התאונות לבחינה ההנדסית.

סה"כ עם מאפיינים ייחודיים נמצאו שני מוקדים בלבד שהם:

- (1) האתר באשדוד בו המהירות המותרת בדרך הראשית 60 קמ"ש, בשונה משאר המוקדים בהם המהירות המותרת היא 50 קמ"ש.

2) האתר בירושלים עם חתך דרך ייחודי, שלא נמצא דומה לו באתרים האחרים: מסלול דו סטרי לתחבורה ציבורית במרכז הדרך אשר מופרד משני מסלולי הנסיעה הדו נתיביים המיועדים לשאר כלי הרכב.

טבלה 4.2. מספר מוקדי תאונות הולכי הרגל שנוספו בשלב השני

מספר מוקדים	עיר
	ערים גדולות:
10	תל אביב
1	ירושלים
סה"כ מוקדים: 11	סה"כ ערים: 2
	ערים בינוניות:
3	חולון
2	בת ים
1	פתח תקווה
1	רמת גן
1	כפר סבא
1	אשדוד
סה"כ מוקדים: 9	סה"כ ערים: 6

4.2. שיטת איסוף הנתונים

הנתונים לבחינה ההנדסית נאספו באמצעות סיורי שטח במוקדי התאונות. לפני ביצוע סיורי השטח, עבור כל מוקד, הוכנו מפה או תצלום אוויר של האזור, ורשימה של תאונות פגיעה בהולכי רגל עם פרטי התאונות הבאים:

* כתובת, יום בשבוע, תאריך ושעה, סוג יום (חג או יום חול), חומרה, גורם התאונה;

* מאפייני הדרך - סטריות, מספר מסלולים, מהירות מותרת, תקינות, רוחב הדרך, סימון ותמרור (לקוי או תקין), תאורה, בקרה, מזג האוויר, מצב פני הכביש;

* פרטי הולך הרגל - אופן חצייה, כיוון החצייה, גיל, מין, קבוצת אוכלוסיה; סוג הרכב הפוגע.

נתונים אלה הופקו מתוך קבצי התאונות של הלמ"ס, פרט למוקדי התאונות בחיפה שעבורם נעזרנו בקבצי התאונות השייכים לעיריית חיפה⁹. כמו כן, עבור המוקדים בחיפה, בנוסף לפרטי התאונות שצוינו לעיל התקבל גם תיאור קצר של התאונה.

סיורי השטח במוקדי התאונות נערכו ע"י צוות שכלל מהנדס תנועה ועוזרי מחקר. הסיורים נערכו בשעות יום, ללא עומס תנועה בדרך, במזג אוויר בהיר ויבש.

בכל אתר נאספו הנתונים הבאים:

1. דגימה של מהירות נסיעה חופשית בדרך ראשית: בדרך דו-סטריט בשני הכיוונים, בדרך חד-סטריט בכיוון אחד. גודל המדגם: כ-30 כלי רכב, ללא חלוקה לסוגי הרכב. המדידות בוצעו באמצעות

⁹ קבצי התאונות של עיריית חיפה כללו נתוני התאונות משנת 2004 עד שנת 2007 (4 שנים). נתונים אלו, בדומה לנתוני הלמ"ס, מתבססים על נתוני התאונות של משטרת ישראל, אך בשונה מנתוני הלמ"ס, אין בחיפה תאונות דרכים שמיקומן לא ידוע. בנוסף, בקובץ זה קיים מידע מפורט יותר על מיקום כל תאונה, כגון: על איזה מעבר חצייה בצומת אירעה התאונה, מה היה כיוון הנסיעה ונתיב נסיעתו של הרכב הפוגע.

מכשיר מד מהירות לייזר (ממל"ז) תוצרת חברת Laser Technology דגם 20*20 TLI, הדומה למכשיר הממל"ז של משטרת ישראל.

2. דגימה של מספר כלי רכב בדרך הראשית, בכל כיוון, במשך 5 דקות.

3. דגימה של פעילות הולכי רגל בדרך הראשית במשך 5 דקות: מספר חוצים במעברי חצייה בדרך הראשית, מספר חוצים שלא במעברי חצייה בדרך הראשית, מספר הולכי רגל שעברו משני צידי הדרך הראשית מבלי לחצות, מספר הולכי רגל שהלכו על הכביש במקביל לתנועת כלי רכב. כמו כן, במעבר חצייה מרומזר נערכה ספירת הולכי רגל חוצים בזמן אור ירוק ובזמן אור אדום בפנסי הולכי הרגל.

4. צילום של אזור המוקד במצלמת סטילס, מכיווני התקרבות כלי הרכב אל מעברי החצייה במוקד, ומנקודת מבט של הולך רגל העומד ליד מעבר חצייה לכיוון התקרבות כלי הרכב. בנוסף, צולמו תמונות לכיוון צמתים סמוכים, ותמונות מסביבת המוקד.

5. אפיון של סוג הרחוב הראשי במוקד וסביבתו: רחוב עורקי או מאסף (על פי המונחים וההגדרות של הנחיות לתכנון רחובות בערים, 1983); דרך עירונית או רחוב עירוני (על פי המונחים וההגדרות של ההנחיות החדשות לתכנון רחובות בערים, 2008); סוג האזור - מרכז עירוני, אזור מגורים או אזור תעשייה.

6. אפיון סוג הרחוב הראשי מבחינת תנועת כלי רכב: חד-סטרי או דו-סטרי, חד-מסלולי או דו-מסלולי, קיום מפרדה, קיום חנייה, סוג חנייה - מקבילה, אלכסונית, ניצבת, כניסות למגרשי חנייה או כניסות לחניונים.

7. אפיון הדרך הראשית: חתך לרוחב של הדרך כולל מידות רחב - פסי ירק, מדרכות, נתיבי חנייה, מפרדה; המהירות המותרת על פי התמרורים המוצבים בשטח; קיום פסי האטה; מרכזי פעילות הולכי רגל בסביבה; גדרות הולכי רגל על מדרכות ומפרדה; תאורת לילה ברחוב; תחנות אוטובוס בסמוך לאתר.

8. רישום סקיצה של תנוחת הצומת שכללה נתיבי נסיעה, מדרכות, איי תנועה, מעברי חצייה, תמרורים, גדרות הולכי רגל, עמודים למניעת חנייה על מדרכות, מידות אורכי מעברי חצייה, וציון נקודות בהם מרחק הראות בין הולך רגל העומד על המדרכה ליד מעבר החצייה לבין נהג מתקרב קטן מ-50 מטר.

9. איסוף נתונים על מעברי החצייה במוקדים: האם המעבר מוגבה; האם קיימים שיפועים על המדרכה לכיוון מעברי החצייה; האם קיימות הצריות נתיבי הנסיעה ("אוזניים") במדרכה למניעת חנייה בסמוך למעבר החצייה; האם קיים סימון על פני הדרך למעבר החצייה; האם קיימות גדרות הולכי רגל על המדרכות ובמפרדה בקרבת מעבר החצייה.

האתרים שנסקרו חולקו לסוגים על-פי מאפייני התנועה. בהתאם לסוגי האתרים, נאספו נתונים נוספים כלהלן:

א. במעברי חצייה בקטע דרך או בצומת לא מרומזר ללא פניות שמאלה: האם קיימים תמרורי מעבר חצייה עיליים מאירים ומוארים; האם קיימים פנסים צהובים מהבהבים עם דמות הולך רגל מעל או בצד מעבר החצייה; האם קיימים שלטי אזהרה מקדימים למעבר החצייה; האם קיימים בדרך עקומים אנכיים בקרבת מעבר החצייה; האם קיימים בדרך עקומים אופקיים בקרבת מעבר החצייה.

ב. במעברי חצייה בצומת לא מרומזר: מספר זרועות בצומת; זווית בין זרועות הצומת.

ג. במעברי חצייה בצומת מרומזר: מספר הזרועות בצומת; זווית בין זרועות הצומת; האם קיימים לחצני דרישה להולכי רגל; האם קיים אות קולי למופע הולכי רגל; אורך מחזור הרמזור; זמן המתנה מרבי של הולך רגל למופע ירוק על כל המדרכות בדרך הראשית; זמן המתנה מרבי של הולך רגל למופע ירוק על כל המפרדות בדרך הראשית; שיטת תפעול הרמזור - שיטת זרועות, שיטת מופעים נמשכים לתנועות ישר ולפניות שמאלה בדרך הראשית, שיטת הפרדה של תנועות ישר ופניות שמאלה בדרך הראשית; מספר מופעים לפניות ימינה משותפים למופע הולך רגל חוצה (מהבהב מותנה); מספר פניות חופשיות ימינה חוצות מעבר חצייה.

ד. במעברי חצייה במעגל תנועה: מספר זרועות בצומת; מספר נתיבי כניסה בדרך הראשית; מספר נתיבי יציאה בדרך הראשית; זווית בין זרועות הצומת; קוטר המעגל; רוחב וגובה העטרה של המעגל.

נספח ג' מציג טפסים אשר שימשו לביצוע סקרי שטח של מוקדי תאונות הולכי הרגל, בהתאם לסוגי האתרים שהם: קטע רחוב, מעבר חצייה בקטע, צומת לא מרומזר, צומת מרומזר או מעגל תנועה.

4.3. ממצאים: אפיון מוקדי תאונות הולכי הרגל

היות שסירי השטח נערכו במוקדי תאונות פגיעה בהולכי הרגל, מפילוח מאפייני האזור, הדרך והתנועה באתרים אלה ניתן ללמוד על מאפיינים טיפוסיים של אתרים עם ריכוזי התאונות ומכאן, על תכונות עיקריות של בעיית בטיחות הולכי הרגל בערים. מאפייני האתרים שנאספו בסירי שטח מובאים בנספח ד'. בסעיף זה מוצגים ממצאים שהתקבלו בעקבות ניתוח כמותי ואיכותני של מאפייני מוקדי התאונות.

4.3.1. מאפייני הסביבה והדרך

מאפייני הסביבה והדרך של 75 מוקדי התאונות שנבחרו בשלב המוקדם היו כלהלן:

* אופי הסביבה העירונית: מרבית מוקדי התאונות (73%) היו במרכז עירוני (באזורים של חנויות ועסקים יחד עם מגורים), כאשר באזורי מגורים נמצאו 26% מהמוקדים, באזור תעשייה - 1% מהמוקדים.

* מרכזי פעילות הולכי רגל בסמוך למוקדי התאונות: 79% ממוקדי התאונות היו בסמוך לחנויות; 19% ממוקדי התאונות היו בסמוך למסעדות ובתי קפה; 15% ממוקדי התאונות היו בסמוך לבנקים; 6% ממוקדי התאונות היו בקרבת בתי ספר; 3% ממוקדי התאונות היו בקרבת גני ילדים ומעונות יום לילדים.

* היררכיית הרחוב ברשת הדרכים העירונית: על-פי המינוח של ההנחיות לתכנון רחובות בערים (1983), בדרך עורקית נמצאו 84 מוקדים המהווים 88% מהמוקדים, בדרך מאספת - 12%

מהמוקדים, כאשר בדרך מקומית לא נמצאו מוקדים של תאונות הולכי הרגל. על-פי ההנחיות החדשות לתכנון רחובות בערים (2008), לא קיים המונח "דרך עורקית", כאשר הרחובות המתאימים למונח זה - בצירי תנועה רב-נתיביים רבי נפח עם תנועה עוברת בין שכונות העיר, יכולים להיות או "דרך עירונית" או "רחוב מאסף עתיר תנועה". ההבחנה בין שני סוגים אלו היא על-פי הפעילות בדופן הרחובות. כאשר קיימת פעילות דופן המצריכה נגישות להולכי רגל כגון: מסחר או מגורים, אזי זהו "רחוב עירוני". כאשר אין פעילות דופן ואין נגישות לדופן, זו היא "דרך עירונית". מתוך 84 המוקדים שנמצאו בדרך עורקית (על-פי המינוח הישן), 77 מוקדים המהווים 81% מכל המוקדים, נמצאו ב"רחוב מאסף עתיר תנועה".

* רוחב הדרך מבחינת המספר המרבי של נתיבי הנסיעה המשכיים לכיוון במוקדי התאונות: 76% מהמוקדים נמצאו בדרך רב-נתיבית עם 2 או יותר נתיבים לכיוון הנסיעה, כאשר בדרך עם נתיב אחד לכיוון נמצאו רק 24% מהמוקדים.

לעומת זאת, כאשר בוחנים את 27 המוקדים בעלי הרף הגבוה יותר של תאונות מסוג פגיעה בהולך רגל אשר 20 מהם נבחרו בשלב השני ו-7 מהם נבדקו בשלב הראשון, מתקבלת תמונה שונה:

* אופי הסביבה העירונית: במרכז עירוני נמצאו 81% מהמוקדים; באזור מגורים נמצאו 15% מהמוקדים ובאזור תעשייה נמצאו 4% מהמוקדים.

* היררכיית הרחוב ברשת הדרכים העירונית: על-פי המינוח של ההנחיות לתכנון רחובות בערים (1983), כל המוקדים היו בדרכים העורקיות, כאשר בדרכים מאספות ומקומיות לא נמצאו מוקדים. על-פי המינוח של ההנחיות החדשות לתכנון רחובות בערים (2008), ברחובות מאספים עתירי תנועה נמצאו 93% מהמוקדים, ובדרכים עירוניות נמצאו 7% מהמוקדים.

* רוחב הדרך מבחינת המספר המרבי של נתיבי הנסיעה המשכיים לכיוון במוקדי התאונות: 93% מהמוקדים נמצאו בדרך רב-נתיבית עם 2 או יותר נתיבים לכיוון הנסיעה, כאשר בדרך עם נתיב אחד לכיוון נמצאו רק 7% מהמוקדים.

סה"כ, מנתונים אלה ניתן להסיק כי בערים בעיית בטיחות הולכי הרגל מתמקדת בעיקר בעורקים רב-נתיביים, שנמצאים ברובם במרכזים העירוניים. על-פי ההגדרות של ההנחיות החדשות לתכנון רחובות בערים (2008), בעיית בטיחות הולכי הרגל מתמקדת בעיקר ב"רחובות מאספים עתירי תנועה", שנמצאים ברובם במרכזים העירוניים.

4.3.2. ליקויים כלליים במוקדי התאונות

לאחר השלמת איסוף הנתונים, בכל אתר, נערכה רשימה של אמצעים חסרים הקשורים לבטיחות הולכי הרגל וכן, רשימת ליקויי תשתית שעשויים להיות קשורים להתרחשות התאונות באתר הנבחן. להלן סיכום הממצאים.

א. מהירויות הנסיעה

ב-46% מהמוקדים, מהירות האחוזון ה-85 שנמדדה לפחות באחד מכיווני הנסיעה עלתה על המהירות המותרת (50 קמ"ש). ב-11% מהמוקדים, מהירות האחוזון ה-85, לפחות באחד מהכיוונים, עלתה ב-10 קמ"ש על המהירות המותרת.

בקרוב 71 האתרים בהם מספר הנתיבים המרבי לכיוון הוא 2 או 3, ב-59% מהמוקדים מהירות האחוזון ה-85, לפחות באחד מהכיוונים, עלתה על המהירות המותרת, כאשר ב-13% מהמוקדים (9 אתרים), מהירות האחוזון ה-85, לפחות באחד מהכיוונים, עלתה ב-10 קמ"ש על המהירות המותרת.

לעומת זאת, מתוך 24 האתרים עם נתיב אחד לכיוון, רק ב-8% מהמוקדים (2 אתרים), מהירות האחוזון ה-85, לפחות באחד מהכיוונים, עלתה על המהירות המותרת, כאשר ב-4% מהמוקדים (אתר אחד), מהירות האחוזון ה-85 באחד מהכיוונים עלתה ב-10 קמ"ש על המהירות המותרת.

ב. ליקויים הנדסיים

בחנית ליקויי תשתית התייחסה למאפיינים אלה: הימצאות מדרכות, קיום תאורה, הנמכות ושיפועים במדרכות ליד מעברי חצייה, הימצאות אוזניים בסמוך למעברי החצייה, איי תנועה להמתנת הולכי רגל. במרבית האתרים שנבדקו לא נמצאו ליקויי תשתית.

הימצאות מדרכות: בכל המוקדים יש מדרכות.

קיום תאורה: בכל המוקדים יש תאורה. ב-91% מהמוקדים גופי התאורה היו על עמודי תאורה ייעודיים, כאשר ב-9% מהמוקדים גופי התאורה מותקנים על עמודי החשמל.

קיום הנמכות ושיפועים במדרכות ליד מעברי חצייה: מתוך 91 מוקדים עם מעברי חצייה, ב-12% לא היו הנמכות ושיפועים במדרכות ליד מעברי חצייה; ב-8% נוספים הנמכות ושיפועים במדרכות ליד מעברי חצייה קיימים רק בחלק מהמדרכות והמפרדות. עם זאת, ב-80% מהמוקדים אין ליקויים בהנמכות ושיפועים במדרכות ליד מעברי חצייה.

הימצאות אוזניים למניעת חנייה בסמוך למעברי החצייה: מתוך 91 מוקדים עם מעברי חצייה, ב-23% אין אוזניים למניעת חנייה בסמוך למעברי החצייה, ב-8% מהמוקדים קיימות אוזניים למניעת חנייה בסמוך למעברי החצייה אך נמצאו ליקויים. רק ב-69% מהמוקדים אין ליקויים באוזניים למניעת חנייה בסמוך למעברי החצייה. יש לציין כי בחלק מהמוקדים בהם צוין כי אין אוזניים, הייתה חנייה בפועל למרות שאין נתיב חנייה בסמוך למעברי החצייה, והיה מוצב תמרור איסור חנייה או סימון אבן שפה אדום-לבן האוסר על חנייה.

רוחב איי תנועה שעליהם ממתינים הולכי רגל: מתוך 77 מוקדים עם מעברי חצייה בהם קיימת המתנת הולך רגל על מפרדה או אי תנועה, ב-17 מוקדים (22%) רוחב אזור ההמתנה קטן מ-2 מ', מתוכם: ב-13 מקרים הרוחב היה בין 1.6 מ' ל-1.9 מ', ב-4 מקרים - הרוחב צר במיוחד, קטן מ-1.5 מ' (כולל שני מקרים עם רוחב קטן מ-0.5 מ').

4.3.3. אפיון הסדרי תנועה לפי סוגי האתרים

במוקדי התאונות שנבחנו, מרבית התאונות התרחשו על מעבר חצייה או בקרבת מעבר חצייה. לכן, כללית, המוקדים חולקו לשתי קבוצות: מעברי חצייה בצומת ומעברי חצייה בקטע דרך. בהמשך, מעברי החצייה בצמתים חולקו לשלושה סוגים על-פי שיטת הבקרה שלהם: מעברי חצייה בצומת לא מרומזר, מעברי חצייה במעגל תנועה ומעברי חצייה בצומת מרומזר.

במהלך ביצוע סקר השטח נמצא כי במספר מוקדים מסוג "מעבר חצייה בצומת לא מרומזר" לנהג הנוסע בדרך הראשית קשה להבחין שהוא מתקרב לצומת. מוקד זה מנקודת המבט של הנהג, דומה יותר לסוג "מעבר חצייה בקטע דרך". כיוון שקריטריון הקשור לאופן ההבחנה של נהג קשה לכימות, הוחלט לחלק את קבוצת המוקדים "מעברי חצייה בצומת לא מרומזר" לשני סוגים:

(1) מעברי חצייה בצומת שיש בו אחת או יותר פניות שמאלה; בנסיעה בדרך הראשית נהג המתקרב לצומת כזה בדרך כלל מבחין בצומת.

(2) מעברי חצייה בדרך מופרדת בצומת שאין בו פניות שמאלה. בצומת כזה קיימות בין פנייה אחת לבין ארבע פניות ימינה. מעבר חצייה בצומת כזה דומה מנקודת המבט של הנהג בדרך הראשית למעבר חצייה בקטע דרך. קראנו לצומת כזה, ללא פניות שמאלה: צומת עם מפרדה רציפה.

בנוסף, תוך כדי ביצוע סקר השטח נתגלו 4 מוקדים של תאונות הולכי רגל שבהם אין צומת ואין סימון מעבר חצייה (כאשר המוקדים - קטעי הרחובות - נבחרו על פי הקריטריון של 3 או יותר תאונות בקטע דרך לאורך עד 200 מ'). עבור קבוצה זאת של אתרים הוגדר סוג נוסף: "קטע דרך ללא מעבר חצייה". יש לציין שקבוצה זאת קטנה במיוחד וכוללת 4 מוקדים בלבד.

לסיכום, בעקבות ניתוח הסדרי התנועה במוקדי תאונות הולכי הרגל הוגדרו 6 סוגי אתרים שהם:

1. מעברי חצייה בצמתים מרומזרים - 21 מוקדים.
2. מעברי חצייה במעגלי תנועה - 14 מוקדים.
3. מעברי חצייה בצמתים לא מרומזרים - 31 מוקדים.
4. מעברי חצייה בצומת עם מפרדה רציפה - 14 מוקדים.
5. מעברי חצייה בקטע דרך - 11 מוקדים.
6. קטעי דרך ללא מעברי חצייה - 4 מוקדים.

טבלה 4.3 מביאה סיכום של נתוני התאונות, היקף תנועת הולכי הרגל ומהירויות הנסיעה, בכל אחת מקבוצות האתרים. ניתן להבחין ש:

- ריכוזים גבוהים של תאונות הולכי הרגל לאתר, יחסית לסוגי אתרים אחרים, נצפו בסוגי אתרים אלה: מעברי חצייה בצמתים מרומזרים, במעגלי תנועה ובצמתים לא מרומזרים;

- אחוזים גבוהים יחסית של תאונות חמורות (קשות וקטלניות) בקרב סה"כ תאונות הולכי הרגל נצפו בסוגי האתרים: מעברי חצייה בקטע דרך וקטעי דרך ללא מעברי חצייה;

- אחוזים גבוהים יחסית של תאונות עם קשישים בני 65+ נצפו במעברי חצייה בקטע דרך, במעברי חצייה בצומת עם מפרדה רציפה, ובמעברי חצייה בצמתים מרומזרים;

טבלה 4.3. סיכום של נתוני תאונות הולכי הרגל, היקף תנועת הולכי הרגל ומהירויות הנסיעה, בכל אחת מקבוצות האתרים

מאפיין	מדדים	(1) מעברי חצייה בצמתים מרומזרים	(2) מעברי חצייה במעגלי תנועה	(3) מעברי חצייה בצמתים לא מרומזרים	(4) מעברי חצייה צומת עם מפרדה רציפה ללא פנייה שמאלה	(5) מעברי חצייה בקטעי הדרך	(6) קטע דרך ללא מעברי חצייה
מספר אתרים		21	14	31	14	11	4
סה"כ תאונות עם נפגעים	סה"כ בקבוצה	88	71	122	49	34	13
	ממוצע לאתר	4.2	5.1	3.9	3.5	3.1	3.3
	סטיית תקן	1.2	3.3	1.9	1.7	1.0	1.3
	מינימום	1	1	1	0	2	2
תאונות חמורות	מקסימום	6	12	10	6	5	5
	סה"כ בקבוצה	20	9	26	11	13	4
	אחוז מכלל התאונות	23%	13%	21%	22%	38%	31%
	סה"כ בקבוצה	33	14	33	16	13	2
תאונות עם ילדים בני 0-14	אחוז מכלל התאונות	37%	20%	27%	33%	38%	15%
סה"כ בקבוצה		7	11	22	4	7	0
מספר הולכי רגל שחצו ב-5 דקות	אחוז מכלל התאונות	8%	15%	18%	8%	21%	0%
	ממוצע לאתר	67	16	10	19	4	15
	סטיית תקן	61	18	10	16	3	7
	מינימום	1	1	0	0	0	7
מספר הולכי רגל שהלכו ברחוב ב-5 דקות	מקסימום	235	64	54	44	10	23
	ממוצע לאתר	63	16	24	33	17	39
	סטיית תקן	40	12	19	25	20	20
	מינימום	7	2	0	1	1	20
מהירות אחוזון 85 בצד אחד, קמ"ש	מקסימום	166	44	80	81	61	66
	ממוצע בין אתרים	46.1	53.1	46.8	49.3	52.4	36.3
	סטיית תקן	9.0	11.7	9.7	8.6	8.3	10.0
	מינימום	32	28	34	33	42	25
מהירות אחוזון 85 בצד שני, קמ"ש	מקסימום	62	77	77	62	70	47
	ממוצע בין אתרים	45.7	49.9	46.3	47.6	46.8	36.0
	סטיית תקן	8.9	12.4	9.4	4.3	7.9	5.3
	מינימום	30	26	30	41	35	30
מקסימום	63	71	71	54	60	40	

- אחוזים גבוהים יחסית של תאונות עם ילדים בני 0-14 נצפו במעברי חצייה בקטע דרך ובמעברי חציה בצמתים לא מרומזרים (עם זאת, אחוזים אלה אינם גבוהים יחסית לחלקם של ילדים באוכלוסייה);

- מספרים גבוהים של הולכי רגל חוצים ושל הולכי רגל הולכים ברחוב נצפו באתרים כגון: מעברי חציה בצמתים מרומזרים (היקף גבוה משמעותית לעומת אתרים אחרים), מעברי חצייה בצומת עם מפרדה רציפה, קטע דרך ללא מעבר חציה;

- האומדן הממוצע של האחוזון ה-85 של מהירויות הנסיעה היה בסביבות 50 קמ"ש ברוב סוגי האתרים פרט לקטעי דרך ללא מעברי חציה (בהם המהירויות היו נמוכות יותר, ממוצע האחוזון ה-85 בסביבות 40 קמ"ש). ערכים גבוהים יותר של ממוצע האחוזון ה-85 נצפו ליד סוגי אתרים כגון: מעברי חציה במעגלי תנועה ו-מעברי חציה בקטע דרך. כמו כן, יש לציין שהערכים המרביים של האחוזון ה-85 של מהירויות הנסיעה עלו על 50 קמ"ש בכל סוגי האתרים פרט לקטעי דרך ללא מעברי חציה, כאשר ערכים גבוהים במיוחד (70 קמ"ש או יותר) נצפו ליד מעברי חציה במעגלי תנועה, מעברי חציה בצמתים לא מרומזרים ומעברי חציה בקטעי דרך.

בניתוח הכמותי שנערך, ליקויי התשתית שצוינו בסעיף 4.3.2 לעיל לא נמצאו כמזוהים עם סוג מסוים של מוקדי התאונות. לכן, עבור כל סוג של אתרים נבדקו מאפיינים משותפים, היכולים להצביע על בעיות בטיחות הולכי רגל שאופייניות לקבוצה.

סוג 1: מעברי חצייה בצמתים מרומזרים

בקרב 21 מוקדי התאונות מסוג זה נמצאו מאפיינים אלה:

מופעים משותפים לרכב פונה ולמעבר חצייה להולכי רגל עם מהבהב מותנה: ב-71% מהמוקדים קיים מופע משותף אחד, לכל הפחות, לפניית כלי רכב ומופע להולכי רגל (צהוב מהבהב ביחד עם אות ירוק לכלי רכב פונים). נראה שזהו אחוז גבוה יותר משכיחות מופעים משותפים לפניית כלי רכב ולהולכי רגל הקיים בכלל הרמזורים. ייתכן שבצמתים המרומזרים יש קשר בין המופע המשותף והתרחשות תאונות הולכי הרגל. לצורך בדיקת השערה זו נדרש מחקר נוסף.

אורך מחזור גדול, מעל 90 שניות: אורך המחזור נבדק ב-15 מוקדים. ב-27% ממוקדים אלה, אורך המחזור עלה על 90 שניות. יש לציין שבכל מוקד נבדק אורך מחזור רק בזמן הסיור ולא בכל שעות היממה, כך שנתון זה לא מייצג את אורך המחזור בכל תוכניות השגרה היומיות במוקדים.

הולכי רגל חוצים באדום: ב-16 מוקדים נצפו 53 מעברי חצייה מרומזרים. נספרו הולכי הרגל אשר חצו את הרחוב במעברי החצייה, ומספר הולכי הרגל מתוך החוצים אשר חצו לפחות קטע מעבר חצייה אחד במופע אדום. מתוך 53 מעברי החצייה, ב-78% ממעברי החצייה נצפו הולכי רגל שחצו במופע אדום. 18% מהולכי הרגל שחצו ב-53 מעברים אלה חצו במופע אדום.

זמן המתנה מרבי למופע ירוק במעבר חצייה מעל 60 שניות: ב-19 מוקדים נבדק זמן המתנה זה ב-34 מעברי חצייה. מתוך 34 מעברים אלה, 31 מעברים היו מחולקים לשני קטעי מעבר המופרדים באי תנועה. במעברים אלה נבדק זמן המתנה מרבי בשני הכיוונים. סך הכל נבדק זמן ההמתנה

המרבי לירוק ב- 65 קצוות של מעברי חצייה מרומזרים, כאשר ב- 38% מהקצוות, זמן ההמתנה המרבי היה גדול מ- 60 שניות.

זמן המתנה מרבי למופע ירוק במעבר חצייה על מפרדה מרכזית מעל 60 שניות: ב- 29 מעברי חצייה המחולקים לשני קטעי מעבר המופרדים באי תנועה, נבדק זמן המתנה מרבי על אי התנועה, עד לקבלת מופע ירוק להולכי רגל לקטע המעבר השני. הבדיקה נעשתה לכל כיוון חצייה בנפרד, בסך הכול 58 כיווני חצייה. ב-76% מכיווני החצייה נדרשה המתנה על אי התנועה המרכזי (לא היה גל ירוק להולכי רגל). ב-5% מכיווני החצייה נדרשה המתנה מרבית של יותר מ-60 שניות על אי התנועה.

סוג 2: מעברי חצייה במעגלי תנועה

בקרב 14 מוקדי התאונות מסוג זה נמצאו מאפיינים אלה:

חתך הדרך הראשית עם 2 נתיבים או יותר לכיוון: נמצא ב-57% מהמוקדים.

הכניסות למעגל והיציאות מהמעגל בדרך הראשית הם עם 2 נתיבים: מתוך 8 מוקדים בהם הדרך הראשית היא רב נתיבית, ב- 4 מוקדים קיימת הצרות לנתיב אחד בגישה למעגל התנועה, כך שמעגל התנועה צריך לתפקד כמעגל חד נתיבי. ב- 3 ממוקדים אלה ההצרות אינה מספיקה ורוחבה גדול מ- 5.4 מ', כך ששני כלי רכב יכולים להיכנס למעגל במקביל.

כל הכניסות למעגל וכל היציאות מהמעגל הם עם 2 נתיבים: מתוך 4 מוקדים בהם הגישה מהדרך הראשית למעגל היא דו נתיבית, ב- 2 מוקדים הגישה למעגל מהדרך המשנית גם היא דו נתיבית, כך שכל 4 הכניסות ו- 4 היציאות מהמעגל הן דו נתיביות.

היעדר עטרה למעגל: ב- 21% מהמוקדים אין למעגל עטרה.

גובה העטרה: ב-11 מוקדים קיימת עטרה למעגל. מתוך מוקדים אלה, ב- 77% גובה הצווארון קטן מ- 8 סנטימטרים.

סוג 3: מעברי חצייה בצמתים לא מרומזרים

נמצאו 31 מוקדים מסוג זה, מתוכם 18 מוקדים בדרכים ראשיות רב-נתיביות עם שני נתיבים או יותר לכיוון ו- 13 מוקדים בדרך ראשית עם נתיב אחד לכיוון. המשותף למוקדים אלה:

מוקדים הנמצאים בין שני צמתים מרומזרים: מתוך 31 מוקדים בצמתים לא מרומזרים, 16% (5 מוקדים) נמצאים בין שני צמתים מרומזרים. כל המוקדים הנמצאים בין שני צמתים מרומזרים הם בדרכים ראשיות רב נתיביות. מתוך 18 מוקדים הנמצאים בדרך ראשית רב נתיבית, 28% נמצאים בין שני צמתים מרומזרים.

מוקדים הנמצאים בסמוך לצמתים מרומזרים: מתוך 31 מוקדים בצמתים לא מרומזרים, 61% נמצאים בסמוך לצמתים מרומזרים. מתוך 13 מוקדים בדרך ראשית עם נתיב אחד לכיוון, 38% נמצאים בסמוך לצומת מרומזר. מתוך 18 מוקדים בדרך ראשית רב נתיבית, 78% נמצאים בסמוך לצומת מרומזר.

סוג 4: מעברי חצייה בצומת עם מפרדה רציפה

נמצאו 14 מוקדים מסוג זה, שמתוכם 13 מוקדים נמצאים בדרכים ראשיות רב נתיביות עם 2 נתיבים או יותר לכיוון ומוקד אחד בלבד נמצא בדרך ראשית עם נתיב אחד לכיוון. המשותף למוקדים אלה:

מוקדים הנמצאים בין שני צמתים מרומזרים: מתוך 14 מוקדים בצומת עם מפרדה רציפה, 29% (4 מוקדים) נמצאים בין שני צמתים מרומזרים.

מוקדים הנמצאים בסמוך לצמתים מרומזרים: מתוך 14 מוקדים בצומת עם מפרדה רציפה, 64% נמצאים בסמוך לצמתים מרומזרים.

סוג 5: מעברי חצייה בקטע דרך

נמצאו 11 מוקדים מסוג זה, מתוכם 10 מוקדים בדרכים ראשיות רב-נתיביות עם 2 נתיבים או יותר לכיוון ומוקד אחד - בדרך ראשית עם נתיב אחד לכיוון. המשותף למוקדים אלה:

מוקדים הנמצאים בין שני צמתים מרומזרים: מתוך 11 מוקדים בקטעי דרך, 22% (2 מוקדים) נמצאים בין שני צמתים מרומזרים.

מוקדים הנמצאים בסמוך לצמתים מרומזרים: מתוך 11 מוקדים בקטעי דרך, 82% נמצאים בסמוך לצמתים מרומזרים. מתוך 10 מוקדים של מעברי חצייה בקטע דרך בדרך ראשית רב-נתיבית, 90% נמצאים בסמוך לצומת מרומזר.

סוג 6: קטע דרך ללא מעברי חצייה

נמצאו 4 מוקדים מסוג זה, מתוכם 3 מוקדים בעורק תנועה ומוקד אחד ברחוב מאסף. המשותף למוקדים אלה:

* נצפתה חציית הולכי רגל בקטע.

* החצייה במעברי חצייה מסומנים סמוכים מאריכה את מרחק ההליכה בצורה ניכרת.

* אין גדרות המונעות חצייה בקטע הדרך.

4.3.4. תמרור וסימון מעברי חצייה במוקדי תאונות הולכי רגל

על פי ההנחיות להצבת תמרורים (1997), לתמרור וסימון מעברי חצייה בארץ משמשים ארבעה סוגי אמצעים כמתואר להלן.

א. סימון על פני הדרך ד-11. פירושו: "מקום מעבר חצייה להולכי רגל". צריך להיות מסומן בכל מעבר חצייה.

מבין 91 מוקדי התאונות עם מעברי חצייה שנבדקו, 100% סומנו כנדרש. ב- 3% מהמוקדים מצב נראות הסימון ביום אובחן כגרוע.

ב. תמרור מודיעין ג-7. פירושו: "מקום מעבר חצייה להולכי רגל". צריך להיות מוצב משני צידי הדרך ו/או מעל מעברי חצייה מסומנים (ד-11), או מעל מקומות שבהם הולכי רגל חוצים בפועל ללא מעבר חצייה מסומן, אשר מיקומו לא מאפשר קשר עין טוב עם הנהג המתקרב. הדבר חשוב במיוחד

במקומות חצייה שלא בצומת, שם תשומת הלב של הנהג והנכונות שלו להאט או לעצור קטנים יותר מאשר בצומת.

תמרורי ג-7 אין להציב במעברי חצייה מרומזרים. בצמתים הלא מרומזרים תמרורי ג-7 בדרך כלל מיותרים, היות והצומת עצמו מושך תשומת לב וגורם להאטת הנסיעה. אם בכל זאת נדרש תמרור זה בצומת, יש להציבו על שוט, מעל מעבר/מקום החצייה, כאשר התמרור מואר מבפנים ומאיר את מקום החצייה.

מבין 11 מוקדים של מעבר חצייה בקטע דרך, תמרור ג-7 כלשהוא הופיע בכל האתרים. עם זאת, מבין מוקדים אלה, תמרור ג-7 לא מוצב על פי ההנחיות ב- 55% מהמוקדים. מבין 10 מוקדים של מעבר חצייה בקטע דרך רב-נתיבי, תמרור ג-7 עילי מאיר מואר הופיע ב- 90% מהמוקדים.

מבין 14 מוקדים של מעבר חצייה בצומת עם מפרדה רציפה, תמרור ג-7 כלשהוא הופיע ב- 57% מהמוקדים. עם זאת, בקרב מוקדים אלה, תמרור ג-7 לא מוצב על פי ההנחיות ב- 71% מהמוקדים. מבין 13 מוקדים של מעבר חצייה בצומת עם מפרדה רציפה בקטע דרך רב נתיבי, תמרור ג-7 עילי מאיר מואר הופיע ב- 62% מהמוקדים.

מבין 31 מוקדים של מעבר חצייה בצומת, תמרור ג-7 כלשהוא הופיע ב- 81% מהמוקדים. מבין 18 מוקדים של מעבר חצייה בצומת בקטע דרך רב נתיבי, תמרור ג-7 עילי מאיר מואר הופיע ב- 50% מהמוקדים.

מבין 14 מוקדים של מעבר חצייה במעגל תנועה, תמרור ג-7 כלשהוא הופיע ב- 71% מהמוקדים. מבין 8 מוקדים של מעבר חצייה במעגל תנועה בקטע דרך רב נתיבי, תמרור ג-7 עילי מאיר מואר הופיע במוקד אחד בלבד.

ג. תמרור ה-8 אור צהוב מהבהב עם דמות הולך רגל. פירושו: "התקדם בזהירות תוך שמירת הוראות התמרורים". ניתן להצמיד לתמרורי ג-7 מוארים מאירים על מנת לגרום להבלטה נוספת של המעבר.

מבין 11 מוקדים של מעבר חצייה בקטע דרך עם ג-7 עילי מאיר מואר, תמרור ה-8 הופיע ב- 91% מהמוקדים. מבין 5 מוקדים של מעבר חצייה בקטע דרך עם ה-8, ב- 40% מהמוקדים המהבהב לא פעל ביום.

מבין 8 מוקדים של מעבר חצייה בצומת עם מפרדה רציפה עם ג-7 עילי מאיר מואר, תמרור ה-8 הופיע ב- 50% מהמוקדים. מבין 4 מוקדים של מעבר חצייה בצומת עם מפרדה רציפה עם ה-8, ב- 25% מהמוקדים המהבהב לא פעל ביום.

מבין 11 מוקדים של מעבר חצייה בצומת עם ג-7 עילי מאיר מואר, תמרור ה-8 הופיע ב- 44% מהמוקדים. מבין 4 מוקדים של מעבר חצייה בצומת עם ה-8, ב- 75% מהמוקדים המהבהב לא פעל ביום.

על פי טיוטת הנחיות להצבת תמרורים (2007): תמרורי ה-8 עם דמות (תמרור 707) ניתן לשלב עם תמרור ג-7 עילי מאיר ומואר בצד הדרך. מבין 13 מוקדים עם ה-8 המוצב יחד עם ג-7 עילי מאיר ומואר, ב- 38% מהמוקדים הוצב תמרור ה-8 מהבהב גם בצד הדרך.

ד. תמרור אזהרה א-36. פירושו: "מעבר חצייה להולכי רגל לפניך". יש להציבו כאשר מעבר חצייה לא נראה בבירור לנהג המתקרב, כך שעלולה להיווצר הפתעה עבורו, אפילו אם יש טווחי ראייה מספיקים.

מבין 91 המוקדים עם מעברי חצייה, תמרור א-36 הופיע במוקד אחד, משולב בשלט אזהרה עם המלה "האט".

טבלה 4.4 מסכמת את נתוני ההימצאות של אמצעי סימון ותמרור של מעברי החצייה במוקדי התאונות, לפי סוגי הסדרי התנועה במוקדים. על-פי ההנחיות (1997), אין להציב תמרורי ג-7 במעבר חצייה בצמתים מרומזרים, לכן סוג זה של מוקדי התאונות לא מופיע בטבלה 4.4.

טבלה 4.4. הימצאות אמצעי סימון ותמרור של מעברי החצייה, לפי סוגי מוקדי התאונות

תמרור	בקטע דרך *(11)		בצומת עם מפרדה רציפה (14)		בצומת לא מרומזר (31)		במעגל תנועה (14)	
	רב נתיבי (10)	חד נתיבי (1)	רב נתיבי (13)	חד נתיבי (1)	רב נתיבי (18)	חד נתיבי (13)	רב נתיבי (8)	חד נתיבי (6)
תמרור ג-7 כלשהוא	100% (11)		93% (13)		81% (25)		71% (10)	
	91% (10)	9% (1)	92% (12)	8% (1)	56% (14)	44% (11)	50% (5)	50% (5)
תמרור ג-7 צידי	36% (4)		57% (8)		71% (22)		71% (10)	
	100% (4)	0	88% (7)	12% (1)	55% (12)	45% (10)	50% (5)	50% (5)
תמרור ג-7 עילי מאיר מואר	91% (10)		57% (8)		35% (11)		14% (2)	
	90% (9)	10% (1)	100% (8)	0	82% (9)	18% (2)	50% (1)	50% (1)
תוספת מהבהבים ה-8 לתמרור עילי	45% (5)		29% (4)		16% (4)		0	
	80% (4)	20% (1)	100% (4)	0	100% (4)	0		
פועל כל הזמן	60% (3)		75% (3)		25% (1)			
פועל בלילה	40% (2)		25% (1)		75% (3)			
תוספת מהבהבים ה-8 בצד הדרך	18% (2)		21% (3)		0			
			33% (1)					
פועל כל הזמן	50% (1)							
פועל בלילה	50% (1)		67% (2)					

* בסוגריים – מספר מוקדים מסוג זה

4.4. התאמת פתרונות תשתית למוקדי התאונות

4.4.1. כללי

עבור כל מוקד של תאונות הולכי הרגל רצוי לאבחן את הבעיות שקשורות להתרחשות התאונות. לאחר איתור הבעיות במוקד, יש לבחון את רשימת האמצעים האפשריים במטרה למצוא את פתרונות התשתית שעשויים לתרום למניעת התאונות. בסעיף זה מוצג דיון פרטני בליקויי התשתית שנמצאו באתרים השונים ובאמצעי התשתית שעשויים לתרום לשיפור הבטיחות באתרים אלה.

יש לציין שבמספר מוקדים קיים קושי באיתור הבעיה עקב המידע המוגבל על פרטי התאונות. לדוגמא, צומת אבן גבירול-ארלזורוב בתל אביב הינו צומת מרומזר בין שני רחובות מאספים עתירי תנועה (על-פי ההגדרות של ההנחיות הישנות לתכנון רחובות בערים, הרחובות הם עורקי תנועה). ידוע שבצומת זה בשנים 2004-2006 היו 5 תאונות עם נפגעים הולכי רגל, מתוכן 4 תאונות במעבר חצייה עם רמזור, כאשר בכל תאונה ידוע כיוון החצייה של הולך הרגל (מימין לשמאל או משמאל לימין); בתאונה אחת מקום החצייה לא ידוע. עם זאת, בצומת זה קיימים 7 קטעי חצייה מרומזרים, כאשר לא ידוע באיזה קטע חצייה התרחשה כל תאונה ומי מהמעורבים לא ציית לרמזור אדום. כתוצאה, על סמך המידע הקיים לא ניתן לאתר בעיות תשתית שנוגעות לקטעי חצייה מסוימים.

קשיים נוספים בהתאמת פתרונות תשתית למוקדי התאונות קשורים לתופעות אלה:

בחינה של כל מוקד מנקודות מבט שונות. לרוב, כדי לאתר ליקוי מקומי נדרשת התבוננות צרה מקרוב, ב"רמת המיקרו", על פרטים באזור המוקד. מאידך, לפעמים, כדי להבין את הסיבה להתרחשות התאונות, נדרשת התבוננות רחבה מרחוק, ב"רמת המקרו", על קטע דרך או רחוב ארוך עם מספר צמתים או על שכונה שלמה. דוגמא להתבוננות צרה מקרוב ברמת ה"מיקרו": צומת וולפסון-מעייין בחיפה - מעבר חצייה בין רחובות מאספים דו-סטריים חד-מסלוליים. בהתבוננות "ברמת המיקרו" נמצאה בעיית ראות בין נהג להולך רגל שנמצא על המדרכה בסמוך למעבר חצייה, הנובעת משילוב של עיקול בדרך הראשית בקרבת הצומת ומפרץ חנייה מקביל שמסתיים בקרבת הצומת. כאשר רכב חונה במפרץ החנייה, אין ראות מספקת בין הנהג המתקרב להולך הרגל על המדרכה בסמוך למעבר החצייה.

דוגמא להתבוננות רחבה מרחוק ברמת ה"מקרו": מעבר חצייה בצומת פינחס לבון-גולדה מאיר בנתניה - צומת לא מרומזר בין דרך עירונית (על-פי ההגדרות של ההנחיות הישנות - רחוב עורקי) לבין רחוב מאסף. במקרה זה הבעיה קשורה גם להבנת מיקום הצומת בסביבתו. הצומת הלא מרומזר נמצא בין שני צמתים מרומזרים קרובים. הרמזורים הסמוכים במופע האדום צוברים תורים של כלי רכב בדרך הראשית אשר משתחררים במופע הירוק. כתוצאה מכך כלי הרכב בדרך הראשית מגיעים לצומת הלא מרומזר בקבוצות של שיירות בשני הנתיבים במקביל ובמהירות גבוהה, ובכך מגדילים את הסיכון לפגיעה בהולכי הרגל במעבר החצייה בצומת הלא מרומזר.

מאפייני מוקדים קשים למדידה, כגון: בולטות ויזואלית של צומת לעיני הנהג המתקרב. דוגמא: צומת טרומפלדור-רות הכהן בחיפה - צומת בעל שלוש זרועות, לא מרומזר, בין רחוב מאסף עתיר תנועה (על-פי ההגדרות של ההנחיות הישנות - רחוב עורקי) לבין רחוב מקומי. למרות שמכיוון אחד קיים נתיב פנייה וכל הפניות ימינה ושמאלה מותרות, מכיווני ההתקרבות לצומת בעורק התנועה, הצומת לא בולט ויזואלית לעיני הנהג.

יכולת הערכה כמותית של ערך הפגיעה במשתמשי הרכב והתועלת הבטיחותית של פתרונות תשתית שונים. דוגמא: רחוב ארלזורוב 18 בחיפה - רחוב מאסף עתיר תנועה (על-פי ההגדרות של ההנחיות הישנות - רחוב עורקי) חד-מסלולי דו-סטרי עם שלושה נתיבים - שני נתיבים בכיוון אחד ונתיב בכיוון השני, ועם מעבר חצייה בקטע דרך. פתרון תשתית של בניית אי מפלט להולכי רגל במעבר חצייה ברחוב עם רחוב זכויות הדרך הקיים דורש הצרה מקומית של הדרך בכיוון שכולל את שני הנתיבים,

לנתיב אחד. הדבר פוגע בקיבולת הדרך, יוצר הפרעה לתנועה שנובעת מסגירת נתיב אחד מהשניים לפני מעבר החצייה, ופתיחת הנתיב השני אחרי מעבר החצייה. עם זאת, בעיית הפגיעה בקיבולת אינה קריטית כי במרחק של 150 מטר במעלה זרם התנועה נמצא צומת מרומזר שבו קיבולת הזרוע, אליה מגיעה התנועה מאזור ההצרה, קטנה מקיבולת הנתיב.

יכולת הערכת התועלת הבטיחותית של חלופות שונות לפתרונות תשתית. לדוגמא, בגלל הקושי ביישום פתרון תשתית בטיחותי הפוגע במשתמשי הרכב, ככלל מפתה להציע פתרונות פשוטים וקלים לביצוע, שאינם פוגעים במשתמשי הרכב. פתרונות אלה הם בעיקר הגדלת בולטות של מעבר החצייה על ידי הוספת תמרורים מסוגים שונים. החיסרון בפתרונות אלה הוא התועלת הבטיחותית הנמוכה שלהם בהשוואה לפתרונות אחרים שמורכבים וקשים יותר לביצוע, כגון שינויים בהסדרי תנועה, שינויים גיאומטריים, או רמזור. לדוגמא, צומת הרצלייה-נביאים-עמק הזיתים בחיפה הוא עורק חד-סטרי עם שני נתיבים, כאשר מעבר החצייה ממוקם מעבר לעיקול. חלופה אחת של שיפור תשתית היא להוסיף תמרורי אזהרה מקדימים א-43, תמרורי מעבר חצייה ג-7 מאירים ומוארים ותמרורים מהבהבים ה-8 עם דמות הולכי רגל. חלופה שנייה והעדיפה על הראשונה היא העתקת מעבר חצייה אל לפני העיקול.

4.4.2 שיקולים מנחים בבחירת הפתרונות

עקב מגוון רחב של מאפייני המוקדים של תאונות הולכי הרגל, מחד, וריבוי הפתרונות האפשריים לבעיות התשתית במוקדים, מאידך, תהליך התאמת הפתרונות אינו אחיד במוקדים השונים. עם זאת, ניתן להציע מספר המלצות כלליות לגבי סדרי העדיפויות בבחירת הפתרונות לטיפול במוקדי התאונות – טבלה 4.5.

טבלה 4.5. המלצות לעדיפויות בין פתרונות תשתית שונים לטיפול במוקדי תאונות הולכי הרגל

מס'	המלצה
א	פתרון גיאומטרי עדיף על הוספת תמרור וסימון
ב	ריסון מהירות באזור או לאורך קטע דרך עדיף על ריסון נקודתי
ג	פתרון המקל על תנועת הולכי רגל עדיף על ההכבדה
ד	פתרון המוסיף לאחידות מאפייני הדרך עדיף על הגברת השונות

א. פתרונות של שינויים גיאומטריים עדיפים על סימון והצבת תמרורים. כאשר קיימת חלופה לפתרון באמצעות שינוי גיאומטרי וחלופה להבלטה על ידי סימון והצבת תמרורים מומלץ בעדיפות ראשונה לבצע את השינוי הגיאומטרי.

דוגמא שלילית למצב בו קיימת הבלטה ולא בוצעה חלופה של שינוי גיאומטרי - רחוב ארלזורוב 72 בחיפה, שהינו רחוב מאסף חד-מסלולי דו-סטרי עם מעבר חצייה בקטע דרך (איור 4.1). במקום מותקן תמרור מעבר חצייה ג-7 עילי מאיר מואר ומהבהבים ה-8 הפועלים כל הזמן. למרות אמצעים אלה מתרחשות תאונות הולכי רגל על מעבר החצייה. פתרון תשתית של בניית אי מפלט להולכי רגל במעבר חצייה ברחוב, עם רוחב זכויות הדרך הקיים, דורש ביטול של כ-9 תאי חנייה במקביל במקום, שהוא אזור מגורים, כאשר לדיירי הרחוב אין חלופה אחרת לחנייה. אולם, התועלת הבטיחותית

הצפוייה משינוי זה גדולה מהתועלת של האמצעים הקיימים של הבלטת המעבר על ידי תמרורים מאירים מוארים ופנסים מהבהבים.



איור 4.1. מעבר חצייה ברח' ארלזורוב 72 חיפה: רצוי אי מפלט ולא רק הבלטה באמצעות תמרורים.
ב. פתרונות המרסנים תנועה בקטע דרך עדיפים על פתרון נקודתי. דוגמא: רחוב הנדיב בפרדס חנה-כרכור עם מעגל תנועה חד-נתיבי בהצטלבות עם רחוב הבנים. רחוב הנדיב הוא רחוב מאסף חד-מסלולי דו-נתיבי (על-פי ההנחיות הישנות - רחוב עורקי). רחוב הנדיב מהווה המשך לדרך בין עירונית שמספרה 652 המקשרת בין צומת עדה מצפון וצומת חנה מדרום. למרות שהרחוב הוא רחוב עירוני חתך הדרך דומה לדרך בין-עירונית, יש סימון של שוליים, ואין מדרכות מוסדרות לאורך הרחוב.
בחלופה אחת ניתן לרסן את המהירות בסמוך למעגל התנועה, אך עדיפה חלופה שנייה שהיא ריסון תנועה לאורך כל הרחוב, באמצעות הסדרת חתך טיפוסי של רחוב מאסף, הכולל מדרכות, מפרדה, נתיבי חנייה וכניסות למגרשי חנייה בשטחי החלקות הגובלות.



איור 4.2. צומת הנדיב-הבנים בפרדס חנה-כרכור: רצוי ריסון מהירות על ידי בניית מדרכות, הצרת נתיבים ובניית מפרדה לאורך כל הרחוב.

ג. פתרונות המקלים על הולכי הרגל עדיפים על פתרונות המקשים על הולכי רגל. לדוגמא, רחוב ירושלים בעפולה (איור 4.3) הינו רחוב מאסוף עתיר תנועה (על-פי ההגדרות הישנות - רחוב עורקי) דו-מסלולי דו-סטרי הנמצא בין שני מעגלי תנועה חד-נתיביים. בקטע אירעו תאונות לא על מעבר החצייה. קיימים ביקושים גדולים לחצייה באמצע הקטע. פתרון של הסדרת מעבר חצייה בטוח במקום, למשל על ידי הוספת מעגל תנועה חד-נתיבי במרכז הקטע, עדיף על פתרון של מניעת חצייה לכל אורך הקטע באמצעות הצבת גדר להולכי רגל לכל אורך המפרדה.



איור 4.3. רחוב ירושלים בעפולה: עקב ביקושים לחצייה במרכז הקטע, רצוי למקם מעבר חצייה נוסף בקטע הדרך ולא למנוע חצייה על ידי גדר הולכי רגל במפרדה.

ד. פתרונות התורמים לאחידות מאפייני הדרך באזור או לאורך ציר תנועה עדיפים על פתרונות המגדילים שונות. לדוגמא, רחוב הפרדס בחדרה בין הצמתים עם רחוב הפקאן ורחוב השיזף הוא רחוב מאסוף עתיר תנועה (על-פי ההגדרות הישנות - רחוב עורקי), דו-מסלולי 4-נתיבי עם שני צמתים קרובים (איור 4.4). בצומת הפרדס-השיזף מעגל תנועה חד-נתיבי עם 3 זרועות, צומת הפרדס-פקאן הוא צומת 3 זרועות לא מרומזר. מומלץ להפוך גם את צומת הפרדס-פקאן למעגל תנועה, כדי ליצור אחידות בהסדרי התנועה לאורך הרחוב.

4.4.3. פתרונות תשתית מומלצים ליישום, באתרים השונים

פתרונות התשתית שנדונים בסעיף זה הם: טיפול בליקויים בתכן מעברי חציה; שינויים גיאומטריים לשיפור בטיחותם של הולכי הרגל; שיפורים בסימון ותמרור של מעברי החצייה; שינויים בבקרת התנועה ושינויים בתוכניות הרמזור בצומת מרומזר.



איור 4.4. צומת הפרדס-הפקאן חדרה: למען אחידות בהסדרי תנועה במעברי חצייה סמוכים, רצוי להפוך את הצומת למעגל תנועה חד-נתיבי כפי שנעשה בצומת הסמוך.

א. טיפול בליקויים בפרטי התכן

אומנם רק בחלק קטן מהמוקדים נמצאו ליקויים בפרטי התכנון, אך כאשר נמצא ליקוי יש לתקנו. דוגמאות לליקויים כאלה והפתרונות המוצעים הם:

- * תיקון ליקויים בשיפועי מדרכות והנמכת אבני השפה בקצוות מעברי החצייה – איור 4.5;
- * הרחבה של מפרדות או איי תנועה צרים מדי עליהם ממתנים הולכי רגל – איור 4.6;
- * טיפול בבעיות ראות בין נהג מתקרב והולך רגל על מדרכה ליד מעבר חצייה, כגון: ערוגת גינות כאשר הצמחים או ריהוט רחוב חוסמים את שדה הראייה – איור 4.7;
- * תיקון ליקויים בסימון ותמרור של מעבר החצייה – איור 4.8.



איור 4.5. צומת הרצל-ביאליק באור עקיבא: נדרשת הנמכה ושיפוע במדרכה.



איור 4.6. אהל יעקוב 12 בטבריה: נדרשת הרחבה של המפרדה או ביטול המעבר.



איור 4.7. צומת שלום עליכם-טרומפלדור בחיפה: רצוי להעתיק מעקה הולכי רגל אשר מפריע לנראות בין נהגים לבין הולכי רגל המתכוננים לחצות מכון המדרכה אל אי התנועה המשולש.



איור 4.8. צומת ויצמן-הגפן באור עקיבא: בחלופת השארית מעבר החצייה, נדרשת העתקת תמרור אל מעבר החצייה, שיפור סימונו והבלטתו באמצעים נוספים.

ב. שינויים גיאומטריים

אמצעי תשתית אפשריים לטיפול במוקדי התאונות במעברי החצייה בקטעי דרך ובצמתים לסוגיהם (מרומזרים, לא מרומזרים, מעגלי תנועה) הם:

- * בניית אוזניים היכן שלא קיימים (איור 4.9);
- * הגדלת אוזניים קיימות היכן שרכב חונה מגביל ראות בין נהג מתקרב והולך רגל העומד על מדרכה ליד מעבר החצייה;
- * הצבת עמודונים או גדרות הולכי רגל למניעת חנייה על אוזניים ומדרכות בסמוך למעברי חצייה באזורים עם מחסור בחנייה;
- * הצבת גדרות הולכי רגל למניעת חצייה שלא במעברי חצייה.



איור 4.9. דרך העמק 22 בנצרת עילית: נדרשת בניית אוזן בנתיב החנייה.

במוקדים בהם קיימת בעיית מהירות יש לבחון אמצעים לריסון תנועה לאורך הרחוב כגון:

(א) ביטול נתיבים אחדים והפיכתם לנתיבי חנייה (איור 4.10). ביטול נתיב יכול להיות במסלול עם שלושה נתיבים לכיוון, כאשר בנתיב שלישי לא אוסרים חנייה ובפועל יש בו חנייה שאינה מאפשרת נסיעה רציפה בנתיב, או במסלול עם שני נתיבים לכיוון, כשלנפחי התנועה במסלול מספיקה קיבולת של נתיב אחד;

(ב) ריסון תנועה על ידי הצרת נתיבים באמצעות בניית אוזניים והרחבת מדרכות ופסי ירק (איור 4.11);

(ג) ריסון תנועה באמצעות פסי האטה, מעברי חצייה מוגבהים וצמתים מוגבהים במוקדים בהם על פי ההנחיות לתכנון וביצוע פסי האטה (2002) ניתן להתקנם.



איור 4.10. צומת הרצל-החלוצים באשדוד: רצוי להפוך נתיב ימני, אחד משלושה, בו מותרת חנייה, לנתיב החנייה.



איור 4.11. רחוב פנקס 48 בתל אביב: שני נתיבים המשכיים ברוחב 7.8 מ', רצוי להצר לרוחב של 6.5-7.0 מ'.

במוקדים בצמתים לא מרומזרים בהם קיים אי תנועה משולש בסמוך לפנייה ימינה, ובצמתים מרומזרים עם פנייה חופשית ימינה, ליד איים משולשים, יש לבחון אפשרות לשינויים גיאומטריים כגון: שיפור ראות בין הולך רגל על מדרכה ונהג הפונה ימינה על ידי שינוי רדיוס הפנייה ושינוי מיקום וצורת האי המשולש (איור 4.12).



איור 4.12. צומת סוקולוב-קוגל בחולון: רצוי להגדיל את אי התנועה המשולש בפנייה ולהזיז את מעבר החצייה על האי המשולש, לשיפור ראות בין הנהג המתקרב והולך הרגל הממתין לחצייה.

במוקדי התאונות בצמתים ובקטעי דרך חד-מסלוליים, כאשר לא קיים אי מפלט במעבר החצייה, יש לבחון את בנייתו על ידי שינוי גיאומטרי מקומי (איור 4.13).



איור 4.13. צומת וולפסון-מעין בחיפה: רצוי לבנות אי מפלט למעבר החצייה ברח' וולפסון שהינו מאסף חד-מסלולי דו-סטרי.

במוקדים בצמתים עם מעגלי תנועה, בנוסף לשינויים הגיאומטריים שהוזכרו לעיל, יש לבחון שני אמצעים לריסון מהירות: הגבהת העטרה כדי לצמצם את מספר כלי הרכב הנוסעים עליה במהירות גבוהה והצרת הכניסות למעגל (איור 4.14).



איור 4.14. צומת חטיבת הנחל-רבין בחדרה: נדרש להגביה את העטרה.

במעגלי תנועה חד-נתיביים הנמצאים על דרך עירונית או ברחוב מאסף דו-מסלולי דו-נתיבי, בהם בסמוך לכניסה למעגל קיים מעבר משני נתיבים לאחד, יש לבחון הארכת הקטע והצרת הקטע שבו קיים נתיב אחד (איור 4.15).



איור 4.15. צומת ויצמן-רוטשילד בחדרה: רצוי להצר גישה חד-נתיבית למעגל.

במוקדים בקטעי דרך בהם קיים ביקוש של הולכי רגל לחצייה, יש לבחון הסדרת מעבר חצייה או בניית מפרדה, כאשר הרחוב הוא חד-מסלולי דו-סטרי, כדי להקל על חצייה בקטע. לחילופין, יש לבחון התקנת גדרות להולכי רגל כדי למנוע חציית הולכי רגל בקטע הדרך על ידי הפנייתם למעברי חצייה מוסדרים (איור 4.16).



איור 4.16. רחוב הגליל בטבריה: רצוי למנוע חציית הולכי רגל אל תחנות האוטובוס לאורך הקטע על ידי ביטול חניה במקביל, הרחבת המדרכה והצבת גדר הולכי רגל על המדרכה.

ג. אמצעי תמרור וסימון של מעברי חציה

אמצעי תמרור וסימון מהווים חלק מהסדרי התנועה במעברי החצייה אשר בעיקר מעבירים מסרים לנהגים לגבי ההסדר הקיים. עם זאת, כפי שצוין בסעיף 4.4.2, אמצעים אלה הם נוספים לאמצעי הכוונה פיסיים כגון: איי תנועה, מפרדות, אבני שפה ואביזרים נוספים.

לתמרור וסימון מעברי חציה בארץ ככלל משמשים שלושה סוגי אמצעים שתוארו בסעיף 4.3.4 והם: סימון מעבר חצייה על פני הדרך ד-11; תמרור ג-7 לתמרור מעבר חצייה, צידי או עילי מאיר מואר; תמרורים מהבהבים ה-8 עם דמות הולך רגל, עיליים או צידיים.

בנוסף, קיים תמרור אזהרה משולש "מעבר חצייה לפניך" א-36 אשר מומלץ להצבה במקרים בהם קיימת בעיית ראות ומעבר החצייה לא נראה לעיני הנהג המתקרב במרחק נסיעה המאפשר עצירה בטוחה. כמו כן, קיים שלט אזהרה א-43 כגון: "האט ילדים חוצים לפניך", אותו ככלל מומלץ לא להציב פרט למקרים בהם קיימת בעיית ראות בדומה לתנאי ההצבה של א-36 וכאשר המידע שמופיע בתמרור א-36 אינו מספיק.

דוגמאות לשימוש באמצעי הסימון והתמרור הנ"ל מוצגות באיורים 4.17, 4.18.



איור 4.17. צומת שאול המלך-הנרייטה סולד בתל אביב: הבלטת מעבר החצייה באמצעות סימון ד-11, תמרור ג-7 צידי ועילי מאיר מואר ופנסים מהבהבים ה-8 עיליים צידיים.



איור 4.18. צומת הרצלייה-הנביאים בחיפה: שלט אזהרה א-43 המכיל את המילה "האט" ותמרור אזהרה א-36 "מעבר חצייה לפניך", עקב המצאות מעבר חצייה אחרי עיקול. סימוני דרך הקשורים לצומת הם: חיצים ד-13, נתיבים ד-1, ד-4, ד-5, איי תנועה צבועים ד-14, אבני שפה צבועות ד-14, ד-15. במעברי חצייה בצמתים לא מרומזרים, הבלטת הצומת לעיני הנהג בדרך הראשית יכולה לסייע במשיכת תשומת ליבו גם למעבר החצייה שבצומת. יש לבחון את פתרון הבלטת הצומת באמצעות הוספת סימוני דרך הקשורים לצומת (איור 4.19).



איור 4.19. צומת טרומפלדור-רות הכהן בחיפה: רצוי לסמן חיצים על פני הדרך לפני הצומת להבלטת נוכחות הצומת.

ד. שינויים בבקרת התנועה

שינויים בבקרת התנועה מצריכים הן שינויים גיאומטריים והן שינויים בתמרור וסימון הקשורים להסדר התנועה החדש. שינויים בבקרת התנועה כוללים פתרונות אלה:

1. הפיכת צמתים לא מרומזרים למעגלי תנועה, כדי להפוך מעברי חצייה בצמתים לא מרומזרים למעברי חצייה במעגלי תנועה. יש לבחון פתרון זה על רקע נתוני קיבולת נדרשת, הבקרה הקיימת לאורך צירי התנועה באזור, והבקרה הקיימת בצמתים הסמוכים. יש להעדיף מעגלי תנועה חד-נתיביים.

2. רמזור צמתים ומעברי חצייה לא מרומזרים בעורקי תנועה רב-נתיביים. יש לבחון התקנת רמזור במוקד התאונות, כאשר הצומת הלא מרומזר או מעבר החצייה הלא מרומזר נמצא על עורק שבו רוב הצמתים מרומזרים, או שהמוקד הלא מרומזר נמצא בין שני רמזורים, או שבסמוך למוקד נמצא צומת מרומזר.

3. הפיכת מעגלי תנועה דו-נתיביים לצומת מרומזר. במוקדי התאונות שהם מעגלי תנועה רב-נתיביים עם גישה דו-נתיבית בכל הזרועות, עם נפחי תנועה גבוהים, יש לבחון את הפיכת מעגל התנועה לצומת מרומזר, כדי להבטיח את בטיחות חציית הולכי הרגל.

לדוגמא, איור 4.20 מציג צומת כביש 4-הרברט סמואל בחדרה. בצומת קיים גודש בגישה למעגל תנועה דו-נתיבי. בנוסף, המעגל הוא מוקד תאונות הולכי רגל. בצמתים הסמוכים למעגל קיימים רמזורים, לכן בצומת זה רצוי להתקין רמזור במקום מעגל התנועה.



איור 4.20. צומת כביש 4-הרברט סמואל בחדרה: בנוסף לבעיות בטיחות הולכי רגל קיים גודש שעות רבות ביום, רצוי רמזור במקום מעגל תנועה דו-נתיבי.

ה. שינויים בתוכניות רמזור בצומת מרומזר

במוקדי התאונות שהם צמתים מרומזרים, פרט לשינויים הגיאומטריים שהוזכרו להלן, קיימים פתרונות ייחודיים שעיקרם שינוי בתוכניות הרמזור. להלן רשימת האמצעים שניתנים ליישום (לצורך קביעת עדיפויות בין האמצעים נדרש מחקר נוסף).

1. צמצום מספר המופעים המשותפים לרכב והולכי רגל באמצעים שונים כגון: שינוי גיאומטרי, בניית אי משולש לפנייה חופשית ימינה או שינוי בתוכנית הרמזור, מתן מופע מיוחד להולכי רגל "כל מעברי החצייה בירוק" יחד עם "כל הכיוונים אדום" לרכב.

2. כאשר מתקיים מופע משותף לרכב פונה ולהולך רגל (דוגמא - איור 4.21), בתחילת המופע המשותף, לתת ירוק מקדים להולך רגל, אשר מקדים במספר שניות את האות הירוק לרכב הפונה.

3. צמצום זמני המתנה של הולכי רגל על מדרכות, מפרדות ואיי תנועה על ידי קיצור אורך מחזור, או מתן מופעי הולכי רגל פעמיים במחזור, או תכנון גל ירוק להולכי רגל בחציית רחוב עם מפרדה. לדוגמא, בצומת הרצל-סמילנסקי בנתניה (איור 4.22) אין גל ירוק להולכי רגל. כתוצאה, הולכי רגל חוצים במעבר החצייה, השני בכיוון הליכתם, במופע האדום.



איור 4.21. צומת אורלוב-בר כוכבא בפתח תקווה: מופע משותף לרכב הפונה ימינה ולהולכי רגל עם מהבהב מותנה.



איור 4.22. צומת הרצל-סמילנסקי בנתניה: הולכי רגל חוצים במעבר החצייה במופע אדום.

5. פתרונות תשתית לשיפור בטיחות הולכי הרגל בתנאי הארץ - סיכום והמלצות

פרק זה מביא סיכום לממצאי המחקר: בהתבסס על בחינת אתרי תאונות הולכי הרגל בארץ, ממצאי הספרות המקצועית וסיכום דעות המומחים, מוצגים פתרונות תשתית בטיחותיים שמתאימים ליישום בהסדרים להולכי הרגל בתנאי הארץ. בסיכום נכללים מרכיבים אלה:

* סעיף 5.1 מציג ממצאים עיקריים מבחינת מוקדי תאונות הולכי הרגל בתנאי הארץ, כולל המלצות לפתרונות תשתית שמתאימים ליישום בסוגי אתרים שונים;

* סעיף 5.2 מרכז פתרונות תשתית שמומלצים ליישום לשיפור בטיחות הולכי הרגל בתנאי הארץ;

* סעיף 5.3 מביא רשימה של פתרונות תשתית חדישים לשיפור בטיחות הולכי הרגל שמומלצים לבדיקה באמצעות ערכת ניסויי שטח מבוקרים בתנאי הארץ;

* סעיף 5.4 דן בצורך בגישה מערכתית לטיפול בבעיית תאונות הולכי הרגל בשטח עירוני.

5.1. סיכום: ממצאים עיקריים מבחינת מוקדי תאונות הולכי הרגל בתנאי

הארץ

5.1.1. סיכום בעיות הבטיחות שאובחנו במוקדי התאונות

במחקר זה בוצעה בחינה הנדסית של 95 מוקדי תאונות הולכי הרגל בדרכים עירוניות בישראל. מוקדי התאונות אותרו לפי ריכוזי תאונות הולכי הרגל, בשנים 2004-2006¹⁰, בישובים יהודיים ומעורבים. המוקדים שנבחרו למחקר ממוקמים ב-22 ישובים, בכל אזורי הארץ, עם ייצוג רב יותר של אזורי הצפון והמרכז.

מבחינת בעיות תשתית במוקדי התאונות עולה ש"ברמת המיקרו", ברוב המוקדים לא נמצאו חסרים בפרטי תכן בסיסיים, כלומר:

- בכל המוקדים נמצאו מדרכות בנויות עם אבני שפה;

- ברוב המוקדים רוחב המדרכות היה מספק;

- בכל המוקדים נמצאה מערכת תאורה;

- ברוב המוקדים שכללו מעבר חצייה, המדרכות ליד מעברי החצייה ומעברי הולכי הרגל על המפרדות וא"י התנועה היו מונמכים;

- בכל המוקדים שכללו מעבר חצייה, מעברי החצייה היו מסומנים על פני הדרך;

- ברוב המוקדים שכללו מעברי חצייה לא ליד צומת, נמצאו תמרורי מעבר חצייה בנוסף לסימון על פני המיסעה.

בפרטי התכן הבסיסיים הבאים חלקם של המוקדים, בהם נמצאו ליקויים, גבוה:

- ברבע מהמוקדים שכללו מעברי חצייה בסמוך לנתיבי חנייה, לא הייתה אוזן בנויה, שהיא אמצעי עדיף על תמרור וסימון, למניעת חנייה בקרבת מעבר החצייה.

- ברבע מהמוקדים רוחב אזור ההמתנה של הולכי רגל במפרדה או על אי תנועה היה צר מידי.

¹⁰ בחיפה היו זמינים נתונים לשנים 2004-2007

כמו כן, במספר מוקדים לא נמצאו ליקויי תשתית שיכולים להסביר, מנקודת המבט ההנדסית, את התרחשות התאונות. בהנחה שמוקדי התאונות שנבחנו מייצגים את מצב מעברי החצייה בערים בארץ, ניתן להסיק ש**עיקר בעיית הבטיחות אינה בחוסר פרטי תכן בסיסיים של מעברי החצייה.**

עם זאת, בחלק ממוקדי התאונות זוהו בעיות בהסדרי תשתית ו/או בהתנהגות משתמשי הדרך. בעיות אלה מרוכזות להלן לפי מספר קבוצות, בהתאם לסוגים של הסדרי התנועה ומאפייני הדרך. יש לציין שחלק מהבעיות האופייניות למעברי חצייה לא מרומזרים היו דומות באתרים מסוג צומת, צומת עם מפרדה רציפה¹¹, מעגל תנועה וקטע דרך, כאשר הן תלויות בעיקר במספר נתיבי הנסיעה בדרך; בעיות אלה מתוארות להלן במקבצים משותפים, לפי מאפייני הדרך.

א. מעברי חצייה לא מרומזרים בדרכים רב-נתיביות, באתרים כגון: מעגל תנועה, צומת, צומת עם מפרדה רציפה וקטע דרך (סה"כ: 49 מוקדים). בעיות בטיחות שזוהו באתרים אלה הן:

- * מהירויות נסיעה גבוהות של כלי הרכב ברחוב (ברחוב הראשי – בצומת);
- * בולטות לא מספקת של מעבר החצייה לעיני הנהג המתקרב;
- * מעבר חצייה לא מרומזר נמצא בסמוך לצומת מרומזר, מצב אשר גורם להגעת שיירות של כלי הרכב למעבר הלא מרומזר, בשני הנתיבים במקביל ובמהירות גבוהה.

ב. מעברי חצייה לא מרומזרים בדרכים דו-נתיביות דו-סטרייות, באתרים כגון: מעגל תנועה, צומת, צומת עם מפרדה רציפה וקטע דרך (סה"כ: 21 מוקדים). בעיות בטיחות שזוהו באתרים אלה הן:

- * היעדר אי מפלט להולכי רגל במעבר החצייה;
 - * בולטות לא מספקת של מעבר החצייה לעיני הנהג המתקרב.
- ג. צמתים מרומזרים עם מעברי חצייה (סה"כ: 21 מוקדים).** בעיות בטיחות ייחודיות לאתרים אלה הן:
- * שכיחות גבוהה של מופעים משותפים לרכב פונה ולהולכי רגל;
 - * חציות הולכי רגל במופע אדום.

ד. מעגלי תנועה עם מעברי חצייה (סה"כ: 14 מוקדים). בעיות בטיחות ייחודיות לאתרים אלה הן:

- * הסטת תנועה קטנה מהנדרש בתכן המעגל;
- * במעגל חד-נתיבי בדרך דו-נתיבית, רוחב גישה גדול המאפשר כניסה לשני כלי רכב במקביל;
- * מעגלי תנועה דו-נתיביים הנמצאים בצירי תנועה מרומזרים או בסמוך לצמתים מרומזרים, מתאפיינים בריכוזים גבוהים במיוחד של תאונות פגיעה בהולכי רגל.

ה. קטעי דרך עם ביקושים לחצייה ללא מעברי חצייה מוסדרים (סה"כ: 4 מוקדים). בעיות בטיחות שזוהו באתרים אלה הן:

- * היעדר הסדרים לחציית הולכי רגל;
- * היעדר אמצעים למניעת חציית הולכי הרגל.

¹¹ צומת לא מרומזר ללא פניות שמאלה, בדרך דו-מסלולית

5.1.2. התאמת אמצעי תשתית לבעיות הבטיחות שזוהו במוקדי התאונות

לטיפול בבעיות הבטיחות שנמצאו במוקדי תאונות הולכי הרגל הותאמו אמצעי תשתית שנלמדו מסקר הספרות. אמצעים אלו ניתן לחלק לשתי קבוצות:

- (א) אמצעים המקובלים בארץ - אמצעים המיושמים או הניתנים ליישום בארץ על-פי הנחיות התכנון;
 (ב) אמצעים נוספים בחו"ל - אמצעים המיושמים או המוצעים ליישום בחוץ לארץ אשר אינם ניתנים ליישום בארץ על-פי הנחיות התכנון הקיימות.

טבלות 5.1-5.5 מציגות את בעיות הבטיחות שזוהו ואת אמצעי התשתית המתאימים לצמצום בעיות אלו, בקבוצות של אתרים שנקבעו על-פי הסדרי התנועה. האמצעים המוצגים מתבססים, מחד, על ממצאי סקר הספרות ומאידך, על תוצאות סקר המומחים בארץ. כאשר לפתרון בעיה מסוימת מתאימים מספר אמצעים, הם מוצגים לפי סדר יורד של מידת יעילותם שנקבעה ע"י המומחים. בנוסף, ליד האמצעים עם יעילות מרבית, לפי דעות המומחים, רשומה אות "H", ליד האמצעים עם יעילות נמוכה - אות "L", כאשר ליד האמצעים עם יעילות בינונית, לפי המומחים, אין סימון כלל.

א. מעברי חצייה לא מרומזרים בדרכים רב-נתיביות

טבלה 5.1 מסכמת אמצעי תשתית המתאימים לטיפול בבעיות הבטיחות במעברי חצייה לא מרומזרים בדרכים רב-נתיביות.

טבלה 5.1. אמצעי תשתית ליישום במעברי חצייה לא מרומזרים בדרכים רב-נתיביות

אמצעים נוספים בחו"ל	אמצעים המקובלים בארץ	בעיה בטיחותית
רמזור מיוחד למעברי חצייה*** (H)	- הפרדה מפלסית למעבר חצייה (H) - הפיכת צומת למעגל תנועה חד-נתיבי** (H) - מעבר חצייה מוגבה (H) - פסי האטה (H) - רמזור צומת - ביטול נתיבים* - הצרת נתיבים - צומת מוגבה** - הקטנת רדיוס פניה ימינה** - הסדרת אוזניים ומפוצים לחנייה ולתחנות תחבורה ציבורית	מהירויות נסיעה גבוהות ברחוב
- תאורה חזקה על המעבר המופעלת על ידי הולך רגל (H) - "מעבר חציה חכם" - סמנים פולטי אור במיסעה מופעלים על ידי הולך רגל (H) - סימון "זיגזג" בצידי נתיבי הגישה למעבר (H) - פנסים עם דמות הולך רגל המראים כיוון חצייה מופעלים על ידי הולך רגל - סמנים פולטי אור במיסעה - פס עצירה מקדים לפני מעבר חצייה* - סמנים מחזירי אור במיסעה (L) - פס עצירה לפני מעבר חצייה (L)	- הסרת מטרדי ראות באזור מעבר חצייה (H) - בניית אוזניים למעבר החצייה (H) - שיפור תאורה במעבר חצייה - פנסים מהבהבים עיליים/צידיים בנוסף לתמרורים - התקנת תמרורי מעבר חצייה עיליים מאירים ומוארים (L) - בניית שיפועים והנמכות למעבר החצייה (L) - תמרורי אזהרה מקדימים (L)	בולטות לא מספקת של מעבר החצייה
- רמזור מיוחד למעברי חצייה*** (H)	- מיתון תנועה באמצעים שונים (H) - רמזור צומת / מעבר חצייה	מעבר חצייה לא מרומזר בסמוך לצומת מרומזר

***מתאים למעברי חצייה בקטע דרך

**מתאים לצמתים

*מתאים לדרך רב-נתיבית

מבחינת טבלה 5.1 עולה שלהתמודדות עם בעיית המהירות קיימות שתי דרכים עיקריות שהן: ריסון מהירויות הנסיעה באמצעים שונים והפרדה בין תנועת כלי רכב לבין חציית הולכי רגל. לריסון מהירויות הנסיעה מתאימים אמצעים כגון: הצרות נתיבים, ביטול נתיבים, התקנת פסי האטה, הגבהת מעברי חצייה, הפיכת צמתים למעגלי תנועה חד-נתיביים, כאשר לאמצעים אלו יעילות בטיחותית מוכחת. להפרדה בין תנועת כלי הרכב לבין חציית הולכי רגל קיימות שתי אפשרויות: הפרדה במרחב באמצעות הקמת הפרדה מפלסית והפרדה בזמן באמצעות רמזור מעבר החצייה. להפרדה בזמן, ניתן להשתמש ברמזור מיוחד להולכי רגל, כדוגמת אחד מהרמזורים האנגלים PELICAN או PUFFIN.

להבלטת מעבר חצייה לעיני הנהג המתקרב קיימים שבעה אמצעים המוכרים בארץ ועוד שמונה אמצעים שבאים מהניסיון הבינלאומי. לאחד האמצעים - סמנים פולטי אור במיסעה המופעלים בעקבות זיהוי הולך רגל ("מעבר חציה חכם"), נערך ניסוי בארץ בעבר ונמצא כי יש בו תועלת בטיחותית. לאמצעי זה וגם לפנסים עם דמות הולך רגל המראים את כיוון החצייה והמופעלים על ידי הולך רגל, מיוחס פוטנציאל בטיחותי והם מוגדרים כאמצעים נבחרים¹² על ידי המדריך האמריקני לשיפור בטיחות הולכי הרגל - NCHRP500 (2004).

שילוב של מעברי חצייה מרומזרים עם מעברי חצייה לא מרומזרים, בציר תנועה רב-נתיבי, גורם להיווצרות מוקדי תאונות הולכי רגל במעברי חצייה לא מרומזרים. לפתרון בעיה זו מומלץ ריסון מהירויות הנסיעה או רמזור של מעברי החצייה, לאורך הדרך.

ב. מעברי חצייה לא מרומזרים בדרכים דו-סטרויות דו-נתיביות

טבלה 5.2 מסכמת אמצעי תשתית המתאימים לטיפול בבעיות הבטיחות במעברי חצייה לא מרומזרים בדרכים דו-סטרויות דו-נתיביות. לטיפול בבעיית היעדר מקום מפלט להולכי הרגל בשטח מעבר החצייה קיימים מספר אמצעים, כולם עם יעילות בטיחותית מוכחת. לצורך הבלטת מעבר חצייה ניתן להשתמש באותם האמצעים שמומלצים לשימוש בדרכים הרב-נתיביות, פרט לפס עצירה מקדים אשר מתאים לדרכים הרב-נתיביות בלבד.

טבלה 5.2. אמצעי תשתית ליישום במעברי חצייה לא מרומזרים בדרכים דו-סטרויות דו-נתיביות

אמצעים נוספים בחו"ל	אמצעים המקובלים בארץ	בעיה בטיחותית
אין	- בניית אי מפלט (H) - בניית מפרדה (H) - הפיכת צומת למעגל תנועה חד נתיבי (H)	היעדר אי מפלט להולכי רגל במעבר החצייה
ראה טבלה 5.1	ראה טבלה 5.1	בולטות לא מספקת של מעבר החצייה

¹² לפי NCHRP500 (2004), פתרון נבחן הינו אמצעי אשר הותקן במספר אתרים, מתואר בתקנים/ מפרטים ברשויות מסוימות אך טרם נבחן במחקרי הערכה/ ניסויים מבוקרים בקנה מידה רחב.

ג. מעברי חצייה בצמתים מרומזרים

טבלה 5.3 מסכמת אמצעי תשתית המתאימים לטיפול בבעיות בטיחות במעברי חצייה בצמתים מרומזרים. לטיפול בבעיית התאונות הקשורות למופעים משותפים לרכב פונה ולהולכי רגל, מוצע ביטול המופע המשותף ושימוש במופע בלעדי להולכי הרגל. אפשרות נוספת הינה הקדמת ירוק להולכי רגל מספר שניות לפני הירוק המשותף עם הרכב אשר מוגדרת כפתרון נבחן ע"י המדריך האמריקני לצמצום תאונות הולכי הרגל (NCHRP500, 2004).

לפתרון בעיית חציות הולכי רגל באדום, בארץ, מוכרים שני אמצעים שהם: הוספת אות קולי למופע ירוק להולכי הרגל (אסטרטגיה נבחנת לפי המדריך האמריקני - NCHRP500, 2004) וקיצור אורך המחזור. ככלל, מחזור ארוך שלא לצורך נחשב לליקוי תכנוני. לפי המדריך האמריקני, בצמתים עם מעברי חצייה מרומזרים לא מומלץ להשתמש במחזור ארוך מ-90 שניות.

כמו כן, לפתרון בעיית חציות הולכי רגל באדום קיימים אמצעים נוספים בניסיון הבינלאומי. לפי המדריך האמריקני (NCHRP500, 2004), אמצעים כגון: פנס ספירה לאחור המתאפס בסוף זמן פינוי, גלאים אוטומטיים להולכי רגל חוצים המאריכים זמן פינוי וגלאים אוטומטיים להולכי רגל ממתנים במקום לחצן דרישה - הם אמצעים נבחנים לשיפור בטיחות הולכי הרגל.

טבלה 5.3. אמצעי תשתית ליישום בצמתים מרומזרים עם מעברי חצייה

אמצעים נוספים בחו"ל	אמצעים המקובלים בארץ	בעיה בטיחותית
הוספת פנס דמוי עיניים זזות להזהרת הולכי רגל (L)	- ביטול מופע משותף והסדרת מופע בלעדי להולכי רגל (H) - ביטול מופע משותף על ידי שינוי בתוכנית הרמזור ותכנון גיאומטרי של הצומת (H) - הקדמת ירוק להולכי רגל מספר שניות לפני ירוק משותף לרכב (L)	מופעים משותפים לרכב פונה ולהולכי רגל
- התקנת פנס ספירה לאחור להולכי רגל המתחיל לפעול במופע ירוק ומתאפס בסוף זמן הפינוי (H) - הבהוב פנס אדום להולכי בזמן פינוי הולכי רגל (H) - התקנת פנס ספירה לאחור להולכי רגל הפועל במופע אדום ומתאפס בתחילת הירוק - התקנת גלאי הולך רגל המאריך זמן פינוי כדי לאפשר להולך רגל איטי לסיים פינוי - התקנת גלאי הולכי רגל לזיהוי דרישה למעבר חצייה, במקום לחצן דרישה	- הוספת אות קולי למופע הולכי רגל - קיצור אורך המחזור	חציות הולכי רגל במופע אדום

ד. מעברי חצייה במעגלי תנועה

טבלה 5.4 מסכמת אמצעי תשתית המתאימים לטיפול בבעיות בטיחות הולכי הרגל במעגלי תנועה. בעיית הסטה קטנה מידי במעגל, לרוב, קשורה בליקוי נפוץ של בניית עטרה נמוכה מידי; כפיתרון במקרה זה משמשת הגבהת העטרה לגובה 8 ס"מ.

במעגל חד-נתיבי בדרך דו-נתיבית, כאשר עקב שילוב של נתוני רכב, תכנון ורדיוס פנייה ימינה הרחוב בגישה עולה על 5.0 מ', שני כלי רכב קטנים יכולים להיכנס למעגל במקביל ובכך, לסכן הולך רגל

חוצה במעבר החצייה. כדי למנוע מצב זה, מומלצת הצרה בגישה למעגל ברוחב שאינו עולה על 4.5 מ' ובאורך מזערי של מספר מטרים. יצוין שלעניין זה נדרשת התייחסות בהנחיות לתכנון מעגלי תנועה (2005), בהן עד כה לא מוצג פירוט בנוגע לרוחב מרבי של ההצרה ואורך הקטע המוצר. לפתרון בעיית ריבוי תאונות הולכי רגל במעגל תנועה דו-נתיבי הנמצא בסמוך לצומת מרומזר, מומלץ לשקול הפיכתו לצומת מרומזר, אם כי לעניין זה לא נמצאו המלצות בספרות הבינלאומית.

טבלה 5.4. אמצעי תשתית ליישום במעברי חצייה במעגלי תנועה

אמצעים המקובלים בארץ	בעיה בטיחותית
- הגבהת העטרה לגובה 8 ס"מ	הסטה קטנה מהנדרש במעגל
- הצרת רוחב הגישות למעגל והארכת קטע הגישה המוצר	במעגל חד-נתיבי בדרך דו-נתיבית רוחב גישה גדול המאפשר כניסה לשני כלי רכב במקביל
- הפיכת המעגל לצומת מרומזר	במעגל דו-נתיבי הנמצא בסמוך לצומת מרומזר, ריכוז גבוה של תאונות פגיעה בהולכי רגל

ה. קטעי דרך עם ביקושים לחצייה ללא מעברי חצייה מוסדרים

טבלה 5.5 מסכמת אמצעי תשתית המתאימים לטיפול בבעיות בטיחות הולכי הרגל בקטעי דרך עם ביקושים לחצייה, ללא מעברי חצייה מוסדרים. לבעיית היעדר ההסדרים להולכי הרגל מוצעים פתרונות כגון: הסדרת מעברי חצייה, בניית מפרדה לאורך רחוב דו-סטרי ללא סימון מעברי חצייה ושיפור תאורה לאורך הרחוב (לשיפור בטיחות החצייה בשעות החשכה). לאמצעים אלה קיימות הוכחות יעילות בספרות המקצועית; שני האמצעים האחרונים קיבלו ציון גבוה גם בסקר המומחים בארץ.

הצבת גדרות הולכי רגל לאורך מפרדה ו/או מדרכה, מקובלת לתיעול הולכי רגל חוצים למעברי חצייה מוסדרים. על-פי הספרות, לאמצעים אלה יעילות מוכחת לשיפור בטיחות הולכי הרגל. עם זאת, המומחים בארץ יחסו לאמצעים אלה יעילות בינונית ונמוכה.

טבלה 5.5. אמצעי תשתית ליישום בקטעי דרך עם ביקושים לחצייה ללא מעברי חצייה מוסדרים

אמצעים המקובלים בארץ	בעיה בטיחותית
- הסדרת מעבר חצייה - בניית מפרדה* (H) - שיפור תאורה לאורך הרחוב	היעדר הסדר לחציית הולכי רגל
- גדרות הולכי רגל לאורך מפרדה - גדרות הולכי רגל לאורך מדרכה (L)	היעדר אמצעים למניעת חצייה

*מתאים לדרך דו-סטריית ללא מפרדה, בלבד

5.2. המלצות

5.2.1 פתרונות תשתית מומלצים לשיפור בטיחות הולכי רגל

רוב הולכי הרגל שנפגעים בשטח עירוני, נפגעים בעת החצייה. לכן, אמצעי התשתית המומלצים לשיפור בטיחות הולכי רגל בתנאי הארץ והמוצגים בפרק זה קשורים בעיקר במעברי החצייה ובאתרי

חציית הולכי הרגל¹³. האמצעים מחולקים לקבוצות בהתאם למאפייני הרחוב והסדרי התנועה בצמתים.

א. מעברי חצייה בדרכים עירוניות

דרך עירונית (ע"פ הגדרת ההנחיות, 2008) מיועדת בעיקר לתנועת הרכב המנועי. בדרך (לעומת "רחוב") ניתנת עדיפות לניידות ומושם דגש על יעילות המעבר ממקום למקום. מהירות היעוד בדרך עירונית גבוהה (70 קמ"ש) ונפחי התנועה גבוהים. להסדרת חציות הולכי הרגל בדרך עירונית יש להשתמש באמצעים הבאים:

- 1) מעבר הולכי רגל בהפרדה מפלסית, תחתי או עילי;
- 2) רמזור צומת הכולל גם מעברי חצייה, או רמזור מעברי חצייה בקטע דרך.

ב. מעברי חצייה לא מרומזרים ברחובות עירוניים מאספים עתירי תנועה רב-נתיביים

ברחוב עירוני מאסף עתיר תנועה קיימת פעילות הולכי רגל בדפנות ונדרשות אפשרויות חצייה לאורך הרחוב, בתדירות גבוהה ובמרחקים קצובים. מהירות היעוד ברחוב העירוני אינה עולה על 50 קמ"ש. עם זאת, עקב העברת נפחי תנועה גבוהים, הרחוב כולל יותר מנתיב נסיעה אחד לכיוון. כדי לאפשר חצייה בטוחה של הולכי הרגל מומלץ לנקוט באמצעים הבאים:

- 1) ריסון תנועה לאורך הרחוב, באמצעות:
 - פסי האטה (דוגמא - איור 5.1);
 - צמצום במספר הנתיבים;
 - הצרת נתיבי הנסיעה;
 - הסדרת רחוב עם אוזניים למפרכי חנייה ולמפרכי תחנות אוטובוס.
- 2) ריסון תנועה נקודתי באזור מעבר החצייה, באמצעות:
 - הפיכת צומת למעגל תנועה חד-נתיבי עם מעברי חצייה;
 - הקמת מעבר חצייה מוגבה;
 - הקמת צומת מוגבה, הכולל גם את מעברי החצייה;
 - רמזור צומת הכולל גם מעבר חצייה, או רמזור מעבר חצייה בקטע דרך.
- 3) הבלטת מעבר חצייה:
 - הסרת מטרדי ראות באזור מעבר חצייה;
 - בניית אוזניים למעבר החצייה;
 - שיפור תאורה במעבר חצייה;
 - התקנת פנסים מהבהבים עיליים/צידיים בנוסף לתמרורים (דוגמא - איור 5.2);
 - התקנת תמרורי מעבר חצייה עיליים מאירים ומוארים;

¹³ אמצעים הקשורים לשיפור בטיחות הולכי הרגל שלא בעת החצייה הוצגו בפרק 3, בתוך מאגר פתרונות תשתית לשיפור בטיחות הולכי הרגל.

- התקנת מעבר חצייה חכם - סמנים פולטי אור המותקנים במיסעה והמופעלים על ידי הולך רגל (דומא - איור 5.3);
- בניית שיפועים והנמכות למעבר החצייה.



איור 5.1. רחוב אוסישקין ברמת השרון: ריסון מהירות באמצעות פסי האטה.



איור 5.2. רחוב פתח תקווה בנתניה: הבלטת מעברי חצייה באמצעות תמרורים עליים מאירים ומוארים ופנסים מהבהבים עליים וצדיים.



איור 5.3. מעבר חצייה "חכם" עם סמנים פולטי אור במיסעה המופעלים על ידי הולכי רגל .

ג. מעברי חצייה לא מרומזרים ברחובות עירוניים מאספים דו-סטריים דו-נתיביים

ברחובות מאספים דו-סטריים עם נתיב אחד לכיוון ונפחי תנועה גבוהים, מומלץ להקים מפלט להולכי רגל בשטח מעבר החצייה, בעזרת אמצעים אלה:

- הפיכת צומת עם מעברי חצייה למעגל תנועה חד-נתיבי (דוגמא - איור 5.4);
- בניית אי מפלט (דוגמא - איור 5.5);
- בניית מפרדה לאורך הרחוב (דוגמא - איור 5.6).



איור 5.4. צומת קרן היסוד השקדים בקריית ביאליק: מעגל תנועה חד-נתיבי המסדיר גם מפלט למעבר חצייה בדרך הראשית.



איור 5.5. צומת רחובות ירושלים-דיזנגוף בנתניה: אי מפלט בשטח מעברי חצייה.



איור 5.6. רחוב קדיש לוז בקריית מוצקין: מפרדה לאורך רחוב דו-סטרי דו-נתיבי.

ד. מעברי חצייה בצמתים מרומזרים

ניתן לשפר בטיחות הולכי רגל במעברי חצייה בצמתים מרומזרים על ידי שימוש באמצעי תכנון המתחשבים במאפיינים של הולכי הרגל. בחלק מהמקרים אמצעים אלה באים על חשבון קיבולת הצומת המרומזר, לכן יש לבדוק את השלכות היישום באופן מערכת.

(1) טיפול במופעים משותפים לרכב פונה ולהולך רגל:

- ביטול מופע משותף והפעלת מופע בלעדי להולכי רגל (דוגמא - איור 5.7);
- ביטול מופע משותף על ידי שינוי בתוכנית הרמזור ובתכן הגיאומטרי של הצומת;
- הקדמת ירוק להולכי רגל במספר שניות לפני הירוק המשותף לרכב.

(2) צמצום חציות הולכי רגל באדום:

- קיצור אורך המחזור (ברמזורים בהם אורך המחזור ארוך ללא צורך);
- ביטול גלים ירוקים, הגורמים להארכת מחזורים בצמתים משניים, בשעות שפל;

- שינוי תוכניות הרמזור באופן שיבטיח גם מזעור המתנות להולכי הרגל;
- הוספת אות קולי למופע הולכי הרגל.



איור 5.7. צומת רחובות יפו-קינג ג'ורג' בירושלים (לפני תחילת ביצוע עבודות תשתית לרכבת קלה):
רמזור עם מופע בלעדי להולכי רגל עם חצייה בכל הכוונים כולל באלכסון.

ה. מעברי חצייה במעגלי תנועה

יש להבחין בין מעברי חצייה במעגלי תנועה דו-נתיביים למעברי חצייה במעגלי תנועה חד-נתיביים. מעגלי תנועה דו-נתיביים עם מעברי חצייה צמודים לכניסות הדו-נתיביות למעגל וליציאות הדו-נתיביות מהמעגל אינם מהווים הסדר בטיחותי עבור הולכי הרגל החוצים במעברים אלה. מומלץ לא ליישם הסדר תנועה זה. משיקולי בטיחות, במקום מעגל תנועה דו-נתיבי מומלץ להסדיר מעגל תנועה חד-נתיבי. במידה ונפחי התנועה אינם מאפשרים הסדרת מעגל חד-נתיבי, מומלץ ליישם צומת מרומזר.

ביישום מעגלי תנועה חד-נתיביים יש להקפיד על יישום של מספר פרטי תכן, כלהלן:

- יש להקפיד שהעטרה תהיה בגובה של 7-8 ס"מ. גובה זה, מחד, מונע מרוב כלי הרכב לעלות על העטרה במהירות גבוהה ומאידך, מאפשר לרכב גדול לבצע תמרון פנייה תוך עלייה על העטרה, במהירות איטית, עם גלגלים שמאליים אחוריים.
- במעגלי תנועה חד-נתיביים הממוקמים בצמתים בדרך רב-נתיבית יש להקפיד על תכנון נכון של הצרת שני הנתיבים לנתיב אחד לקראת הכניסה למעגל. יש לתכנן קטע צר ברוחב של נתיב בודד, בין קצה אלכסון סגירת שני הנתיבים לבין הכניסה למעגל, ובאורך אשר ימנע נסיעה של שני כלי רכב קטנים במקביל.

ו. ביקושים לחצייה בקטע רחוב ללא מעברי חצייה

כאשר בקטע רחוב קיימים ביקושים לחציית הולכי רגל ואין מעברים מוסדרים, בהתאם למאפייני התנועה ברחוב (הנפח והמהירות) והיקף הולכי הרגל החוצים מומלץ לפעול באחד משני האופנים:

(1) הסדרת אמצעים להקלת החצייה:

- הסדרת מעבר חצייה מסוג המתאים לאתר;
- בניית מפרדה (ברחוב חד-מסלולי דו-סטרי).

(2) הסדרת אמצעים למניעת החצייה:

- במידה וקיימת מפרדה, מומלץ להתקין גדרות הולכי רגל לאורך מפרדה (דוגמא - איור 5.8)
- במידה והרחוב הוא חד-סטרי רב-נתיבי, מומלץ להתקין גדרות הולכי רגל לאורך המדרכה.



איור 5.8. רחוב וייצמן באור עקיבא: גדר במפרדה למניעת חציית הולכי רגל בקטעי דרך בין מעברי חצייה מוסדרים.

5.2.2 אמצעי תשתית לביצוע ניסוי שטח בתנאי הארץ

בסעיף זה מוצגת רשימה של אמצעי תשתית אשר אינם מיושמים בארץ אך נמצאים בשימוש או מומלצים לשיפור בטיחות הולכי הרגל, במדינות השונות. אמצעים אלה הוכיחו את יעילותם במחקרי הערכה בחו"ל וכמו כן, קיבלו ציון גבוה או גבוה יחסית בסקר דעות מומחים שנערך במחקר הנוכחי. לכן, אמצעים אלה מומלצים לעריכת ניסויי שטח מבוקרים לבדיקת יעילותם הבטיחותית בתנאי הארץ. האמצעים מתחלקים לשתי קבוצות: אמצעים לשיפור בטיחות במעברי חצייה לא מרומזרים ואמצעים הקשורים לרמזורים.

א. אמצעים לשיפור בטיחות במעברי חצייה לא מרומזרים:

(1) "תאורה חכמה" המאירה בעוצמה גבוהה על מעבר החצייה בזמן דרישת הולך רגל לחצייה. אמצעי זה מתאים למעבר חצייה לא מרומזר ברחוב עירוני באזור בילויים שבו מתקיימת פעילות רבה של הולכי רגל בשעות החשכה.

2) פנסים חכמים בצורת עיניים וציון כיוון חציית הולך רגל הממוקמים משני צידי מעבר החצייה ומופעלים בזמן דרישת הולכי רגל לחצייה.

3) סימון זיגזג על פני המיסעה בגישה למעברי חצייה (איור 5.9). משמעות הסימון – איסור חניה לאורכו. מתאים למעברי חצייה בקטעי דרך ובצומת עם מפרדה רציפה (צומת בדרך מופרדת ללא פניות שמאלה).

4) פס עצירה מקדים לפני מעבר חצייה (איור 5.10). מתאים למעברי חצייה בדרכים רב-נתיביות בקטע דרך ובצומת עם מפרדה רציפה.

5) סמנים פולטי אור במיסעה המותקנים לרוחב מעבר החצייה. אמצעי זה מתאים למעברי חצייה לא מרומזרים בהם קיימת פעילות הולכי רגל בשעות החשכה. הסמנים אינם בולטים מפני המיסעה ולכן, אינם מהווים סכנה לרכב דו-גלגלי.



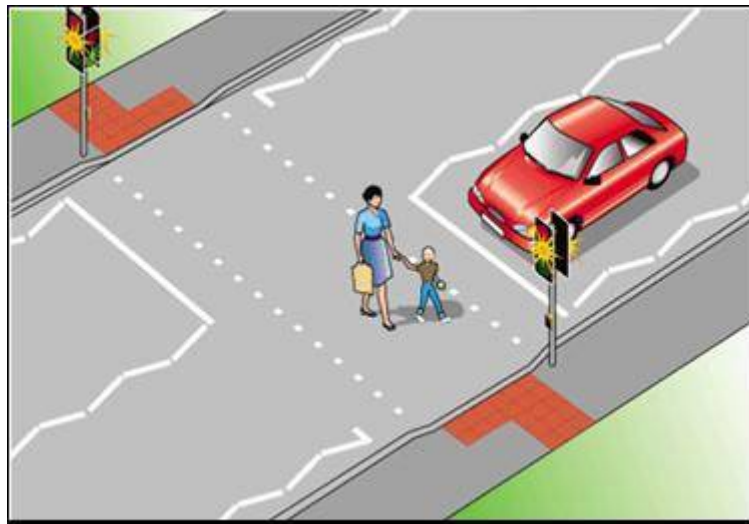
איור 5.9. סימון זיגזג על פני המיסעה בסמוך למעבר חצייה מסוג "זברה" (אנגליה).



איור 5.10. פס עצירה מקדים ושלט מסביר, לפני מעבר חצייה בדרך רב-נתיבית (קנדה).

ב. אמצעים הקשורים לרמזורים:

- 1) רמזור מיוחד למעבר חצייה הדומה ל- PELICAN ו- PUFFIN האנגלים. מתאים למעבר חצייה בדרך רב-נתיבית (איור 5.11).
 - 2) הבהוב פנס אדום להולכי בזמן פינוי הולכי רגל. מתאים לשימוש בצמתים מרומזרים בהם נמצאים מעברי חצייה ארוכים מעל 10 מ' (איור 5.12).
 - 3) פנס ספירה לאחור להולכי רגל, המתחיל לפעול במופע ירוק ומתאפס בסוף זמן הפינוי (איור 5.13). מומלץ לניסוי יחד עם הבהוב אדום בזמן הפינוי.
 - 4) פנס ספירה לאחור להולכי רגל, הפועל במופע אדום והמתאפס בתחילת ירוק. מומלץ לנסות בצמתים מרומזרים במעברי חצייה עם מופע אדום ארוך.
 - 5) גלאי הולך רגל המאריך זמן פינוי, כדי לאפשר להולך רגל איטי לסיים פינוי. מתאים לצמתים מרומזרים עם מעברי חצייה ארוכים ו/או שיעור גבוה של קשישים שמשתמשים במעבר החצייה.
 - 6) גלאי הולכי רגל לזיהוי דרישה למעבר חצייה, במקום לחצן דרישה. מתאים למעבר מרומזר עם מעט חציות הולכי רגל.
- איור 5.14 מציג מערכת אנגלית המשלבת את שני הגלאים: גלאי הולכי רגל לזיהוי דרישה לחצייה וגלאי הולכי רגל בשטח המעבר, להארכת זמן הפינוי.



איור 5.11. מעבר חצייה מרומזר בקטע דרך מסוג PELICAN (אנגליה).



איור 5.12. שלט הסבר לפנסי הולכי רגל. הבהוב אדום פירושו "אל תתחיל בחצייה" (ארה"ב).



איור 5.13. פנס ספירה לאחור להולכי רגל המתאפס בסוף זמן הפינוי (ארה"ב).



איור 5.14. דוגמא למערכת עם שני גלאים: גלאי הולך רגל לזיהוי דרישה לחצייה - באזור הכחול, וגלאי הולך רגל להארכת זמן פינוי - באזור האפור (אנגליה).

5.2.3 הצורך בגישה מערכתית

מממצאי המחקר עולה שמחד, ניתן לשפר בטיחות הולכי הרגל על ידי הגברת השימוש באמצעי תשתית המוכרים בארץ ומאידך, יש מקום לבדיקת היעילות בתנאי הארץ של אמצעי תשתית מתקדמים המוכרים במדינות האחרות.

עם זאת, בבחינת אתרי התאונות נמצא שעיקר בעיית בטיחות הולכי הרגל בעיר ממוקדת ברחובות עתירי תנועה ורב-נתיביים שנמצאים במרכזי ערים. כמו כן, בחלק ניכר ממוקדי התאונות לא אובחנו ליקויים בהסדרי התשתית. בנוסף, התועלת הבטיחותית מהטיפול במוקדי התאונות באמצעות תיקון הליקויים שנמצאו ושיפורי תשתית נקודתיים, עשויה להיות מוגבלת. אמירה זו נכונה במיוחד כלפי אותם האתרים בהם ההמלצה העיקרית מסתכמת בהבלטה נוספת של מעבר החצייה באמצעות הוספת תמרור. בהקשר זה יצוין שמתוך 70 מוקדי התאונות במעברי חצייה לא מרומזרים שנבחנו במחקר, ב-41 אתרים ההמלצה העיקרית הייתה בהבלטת מעבר החצייה, דהיינו לא נמצא פתרון נקודתי שיביא לירידה מהותית בשכיחות ו/או חומרת התאונות. מכאן, על מנת לחולל שינוי מהותי במצב היפגעות הולכי הרגל בשטח עירוני נדרש שינוי גישה – מעבר מטיפול נקודתי לטיפול מערכתי בבעיה.

יש מקום לבחינה ושינוי מערכתי של רשת הדרכים העירוניות, במטרה למזער את אזורי החיכוך בין הולכי רגל וכלי הרכב ו/או למתן משמעותית את מהירויות הנסיעה של כלי הרכב באזורי הימצאות ופעילות של הולכי הרגל.

הנחת היסוד בגישה המערכתית הינה יצירת תנאים פיסיים בהם הן ההסתברות לתאונות פגיעה בהולך הרגל והן חומרת הפגיעה ירדו באופן משמעותי. גישה זו אומצה בעבר ע"י מדינות רבות, כולל ישראל, בהתייחס לשכונות מגורים. בישראל, גישה זו באה לידי ביטוי בהנחיות התכנון המכונות

"הסדרה הירוקה". ברחובות ובאזורי מיתון תנועה בערים מומלצים ליישום אמצעי תשתית שונים למיתון מהירויות הנסיעה וניתנת העדפה להולכי רגל ורוכבי אופניים, על פני הרכב וזרימת התנועה.

המגבלות הפיסיות של גוף האדם אשר לא משאירות סיכויים רבים להולך הרגל, כאשר מהירות הרכב בעת הפגיעה עולה על 30 קמ"ש, מחייבות התייחסות דומה גם לאזורים עם פעילות רבה של הולכי הרגל במרכזים עירוניים שלא בשכונות המגורים. בחינת המצב מזווית הראייה של בטיחות מביאה לפתרונות אלה: יצירת הפרדה בזמן ו/או במקום בין הולכי הרגל וכלי הרכב, או מיתון מהירויות הנסיעה בקטעי הרחובות עם פעילות רבה של הולכי הרגל.

ראוי לציין שבמדינות עם מחויבות גבוהה לבטיחות, בשנים האחרונות מתחולל שינוי מעין זה ביחס לתכנון הרחובות בערים. לדוגמא, בהתאם לתפיסת הבטיחות בת הקיימא, בהולנד, בתכנון רחוב עירוני מושם דגש על הצרכים והבטיחות של משתמשי דרך פגיעים: הולכי רגל ורוכבי אופניים. בין היתר, מומלץ לא להסדיר מעבר חצייה לא מרומזר בקטע דרך עם שניים או יותר נתיבי נסיעה לכיוון (SWOV, 2008). באנגליה, פורסם לאחרונה מדריך חדש לתכנון רחובות (MfS, 2007), לפיו, מומלץ להתחיל את תכנון הרחוב מניתוח הצרכים של משתמשי דרך פגיעים. השיקול המנחה של המדריך הינו בקיום תפקיד ה"מקום" של הרחוב על חשבון תפקיד ה"תנועה", כאשר הראשון משקף את התפקיד החברתי של הרחוב, עם מגוון הפעילויות הציבוריות שמתקיימות בו. יש לצפות שלגישה זו יהיו גם תועלות בבטיחותיות מובהקות.

אימוץ הגישה התכנונית לטובת משתמשי דרך פגיעים במרכזים העירוניים יחייב בחינה מערכתית כוללת של רשת הדרכים בעיר שבמסגרתה ייקבעו תפקידים עיקריים לדרכים ולרחובות. באותם קטעי הרחובות בהם מתקיימת פעילות רבה של הולכי הרגל יידרש טיפול הנדסי למען מתן עדיפות להולכי הרגל ומיתון מהירויות הנסיעה של כלי הרכב לאורך הרחוב. פתרון חלופי שניתן ליישום הינו יצירת הפרדה פיסית בין תחומי פעילות הולכי הרגל ותחומי הנסיעה, כולל רמזור מלא של מעברי החצייה לאורך הרחוב (או רמזור מותנה, באמצעות מעברי חצייה מרומזרים המופעלים בעת הימצאות הולכי הרגל, כדוגמת מעברי החצייה שפותחו באנגליה).

יש לציין שגישה זו מקודמת גם בהנחיות החדשות לתכנון רחובות בערים (2008) שפורסמו בישראל, לפיהן, מהירות היעוד לתנועה המנועית ברחוב היא אחד הגורמים המהותיים לקביעת אופי הרחוב והמשפיעים על הפעילויות בו. מהירות יעוד נמוכה מאפשרת פעילות רחוב נוחה ובטוחה. יש לשאוף שמרבית אזורי העיר יהיו אזורי מיתון תנועה, וכי מרבית הרחובות המקומיים ייכללו ככל האפשר באזורים אלה, עם מהירות היעוד של 30 קמ"ש. לפי ההנחיות, מהירות היעוד ברחובות המאספים תהיה 30-50 קמ"ש, בתלות בהיקף הפעילויות של משתמשי דרך שונים ברחוב ובדרישות הבטיחות.

להלן שתי דוגמאות לרחובות במרכזים העירוניים בהם מתקיימת פעילות רבה של הולכי הרגל וכתוצאה, נרשמו תאונות פגיעה בהולכי הרגל. לגבי רחובות אלה נדונות האפשרויות ליישום הגישה המערכתית שצוינה לעיל.

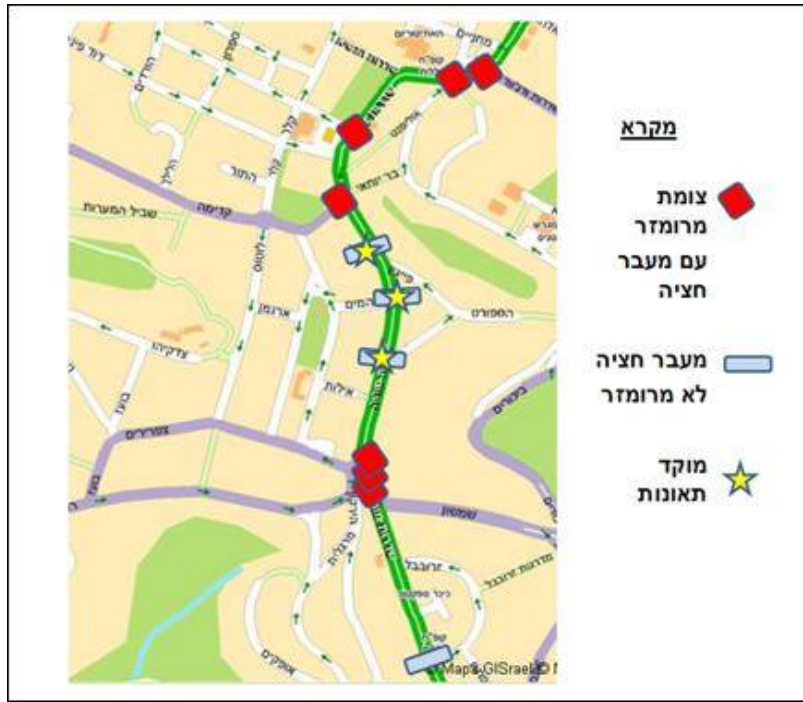
דוגמא 1: רחוב מוריה בחיפה הינו רחוב מאסף עתיר קיבולת (על פי ההגדרה של הנחיות, 2008), עם צמתים ראשיים מרומזרים המצטלבים עם רחובות מאספים עתירי תנועה, ועם צמתים משניים לא

מרומזרים, המצטלבים עם רחובות מקומיים. צמתים אלה כוללים מעברי חציה מרומזרים ולא מרומזרים, בהתאמה.

ברחוב מוריה נמצאו ארבעה מוקדים של תאונות הולכי רגל, כולם במעברי חציה לא מרומזרים (איור 5.15, א'). במעברי חציה אלה לא נמצאו ליקוי תשתית מהותיים. לכן, לטיפול בבעיית התאונות נדרש פתרון מערכתי, לאורך כל הרחוב. פתרון אפשרי במקרה זה הינו רמזור של כל מעברי החציה ברחוב (כולל ביטול של חלקם) ומניעת חציית הולכי רגל שלא במעברים המוסדרים, באמצעות גידור במפרדה (איור 5.15, ב').

דוגמא 2: אזור המרכז בעיר חדרה נתחם ע"י דרך מס' 4 ממערב, רחוב ויצמן מצפון, רח' רבין ממזרח ורח' בלפור מדרום. צמתים בעורקי התנועה באזור זה חלקם מרומזרים, חלקם מעגלי תנועה וחלקם לא מרומזרים. באזור זה זוהו שבעה מוקדי תאונות הולכי רגל, מתוכם שישה היו במעברי חציה לא מרומזרים בצמתים ובמעגלי תנועה (איור 5.16, א').

טיפול במוקדי התאונות במקרה זה צריך להוות חלק מתכנון תחבורתי ותנועתי כולל לכל מרכז העיר. כפתרון אפשרי ניתן לבחון, לדוגמא, שיפור קיבולת של הדרכים הבין עירוניות העוקפות את העיר (דרך 4 ודרך 65), יחד עם ריסון תנועה החוצה את מרכז העיר. ריסון התנועה יבוצע באמצעות צמצום נתיבים ברחובות המאספים עתירי קיבולת, והפיכתם לרחובות מאספים דו-נתיביים מופרדים, כאשר בצמתים יוסדרו מעגלי תנועה חד-נתיביים. חלק ממרכז העיר ניתן להפוך לאזור מיתון תנועה, ואת אזור השוק העירוני הסמוך למרכז, להפוך למדרחוב המוקף במגרשי חנייה (איור 5.16, ב').



א – מוקדי התאונות היום

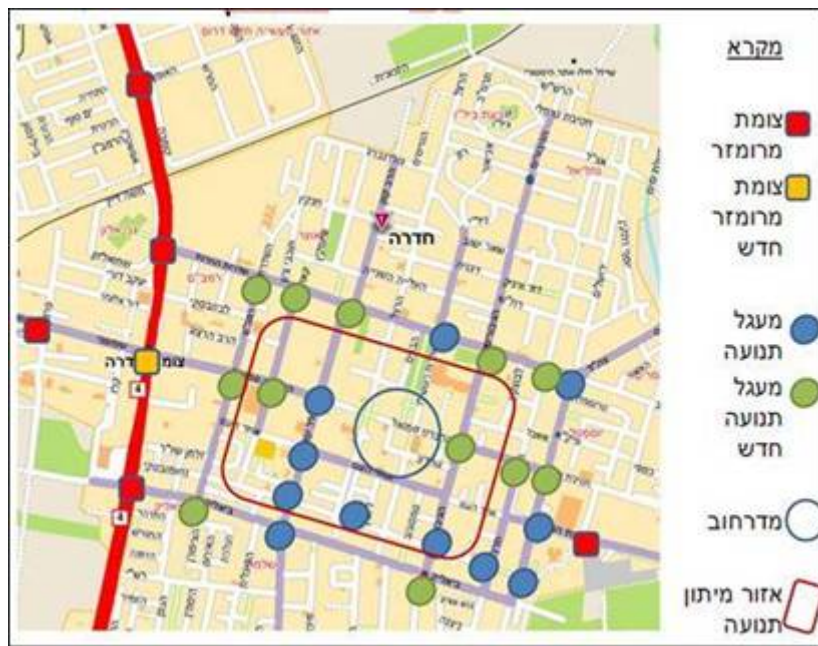


ב – פתרון מוצע

איור 5.15. רח' מוריה בחיפה: דוגמא לפתרון מערכת.



א – מוקדי התאונות היום



ב – פתרון מוצע

איור 5.16. מרכז העיר חדרה: דוגמא לפתרון מערכת.

מראי מקום

1. הנחיות לתכנון וביצוע פסי האטה. (2002). משרד התחבורה
2. הנחיות לתכנון רחובות בערים. (1983). משרד התחבורה ומשרד השיכון.
3. הנחיות לתכנון רחובות בערים, ספר ההנחיות לתכנון רחובות. (2008). משרד התחבורה ומשרד השיכון. אתר אינטרנט:
http://www.mot.gov.il/wps/pdf/HE_TRAFFIC_PLANNING/CityStreetsPlanning.pdf
4. הנחיות לתכנון תנועת הולכי רגל, טיוטא סופית. (2008). משרד התחבורה.
5. תקנות והנחיות להצבת תמרורים. (1997). משרד התחבורה. המכון לחקר התחבורה הטכניון- מכון טכנולוגי לישראל.
6. תקנות והנחיות להצבת תמרורים טיוטא. (2007). משרד התחבורה. אתר אינטרנט:
http://www.mot.gov.il/wps/pdf/HE_TRAFFIC_PLANNING/tamrurim2007.pdf
7. הקרט, ש., בונג'ק, ח., גיטלמן, ו., בן יעקב, י., רפיח, ר., כהן, א., דובא, א., וכהן, א. (2002). פיתוח שיטה, הנחיות וכלים ממוחשבים ל"מחקרי אפקטיביות" של שיפורים בטיחותיים בתשתיות. דו"ח סופי, משרד התחבורה, מינהל היבשה/אגף תכנון תחבורתי.
8. הקרט, ש., גיטלמן, ו., בן שבת, א., אברהם, ג. (2002) הערכה בטיחותית של הסדרי תנועה בשכונות מגורים של משרד הבינוי והשיכון. דו"ח מחקר 290/2002, המכון לחקר התחבורה, הטכניון.
9. למ"ס (2007). תאונות דרכים עם נפגעים 2006, חלק א': סיכומים כלליים. הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, ירושלים.
10. למ"ס (2008). הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, אתר אינטרנט: www.cbs.gov.il. מחולל לוחות של תאונות דרכים.
11. שיינין, י. (2005) הוועדה להכנת תוכנית לאומית רב-שנתית לבטיחות בדרכים. אתר אינטרנט: <http://bd.mot.gov.il/RoadSafety/Committee>
12. Anderson, R.W.G. (2008). Pedestrian collisions in South Australia. Report CASR039, Centre for Automotive Safety Research, University of Adelaide.
13. Cairney, P. Pedestrian Safety In Australia. Publication No. FHWA-RD-99-093. Federal Highway Administration. McLean, VA 22101-2296. 1999
14. Davies D. G. Research, Development, and Implementation of Pedestrian Safety Facilities in the United Kingdom. Publication No. FHWA-RD-99-089. Federal Highway Administration. McLean, VA 22101-2296. 1999
15. Ekman, L. and Hyden C. Pedestrian Safety in Sweden. Publication No. FHWA-RD-99-091. Federal Highway Administration. McLean, VA 22101-2296. 1999
16. Elvik, R. and Vaa, T. (2004). The Handbook of Road Safety Measures. Elsevier Science, Oxford.
17. ERSO (2008). Annual Statistical Report 2008. SafetyNet, based on data from CARE/EC. Deliverable D1.20, issued 31.10.08. European Road Safety Observatory.
18. ETSC (1999). Safety of Pedestrians and Cyclists in Urban Areas. European Transport Safety Council, Brussels.
19. Fontaine H., Gourlet Y. (1997) Fatal Pedestrian Accidents in France: A Typological Analysis. Journee d'Etudes sur les Crashes de Pietons, Paris.

20. Harkey, D.L. and Zegeer, C.V. (2004) PEDSAFE: Pedestrian Safety Guide and Countermeasure Selection System. Report No. FHWA-SA-04-003, Federal Highway Administration, Washington, DC.
21. Hummel, T. Dutch Pedestrian Safety Research Review. Publication No. FHWA-RD-99-092. Federal Highway Administration. McLean, VA 22101-2296. 1999
22. IRTAD (2008). International Road Traffic and Accident Database. Site: <http://www.cemt.org/irtad>
23. Martin, A. (2006). Factors Influencing Pedestrian Safety: A Literature Review. TRL limited.
24. MfT (2007). Manual for streets. Department for Transport, Communities and Local government. Thomas Telford publishing, Great Britain.
25. NCHRP Report 500 (2004). A guide for Reducing Collisions Involving Pedestrians, NCHRP Report 500: Volume 10, National Cooperative Highway Research Program Washington, DC.
26. OECD (1998). Safety of Vulnerable Road Users. Scientific Expert Group on the Safety of Vulnerable Road Users (RS7). Organization for Economic Co-operation and Development, Paris.
27. OECD (2006). Speed management. Organization for Economic Co-operation and Development, European Conference of Ministers of Transport.
28. SWOV (2008). Crossing facilities for cyclists and pedestrians. Fact sheet.
29. The World Bank (2008). Roads & Highways: Road Safety. Site: <http://www.worldbank.org/transport/roads/safety.htm>. Accessed 31.07.08.
30. Turner, S., Fitzpatrick, K., Brewer, M., and Park, E.S. Motorist Yielding To Pedestrians at Unsignalized Intersections: Findings from a National Study On Improving Pedestrian Safety. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board No. 1982, Washington, D.C., 2006, pp. 1-12.
31. Van Houten, R. and Malenfant, J.E.L.. Canadian Research on Pedestrian Safety. Publication No. FHWA-RD-99-090. Federal Highway Administration. McLean, VA 22101-2296. 1999.



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

פתרונות תשתית לשיפור בטיחותם של הולכי הרגל בתנאי הארץ

נספחים

פרופ' דורון בלשה
ד"ר ויקטוריה גיטלמן
אינג' רובי כרמל
גב' לימור הנדל
גב' פאני פיסחוב

מרץ 2009, חיפה

דו"ח מחקר מס' S/2/2009

תוכן עניינים

3	נספח א': סקירת אמצעים לשיפור בטיחות הולכי רגל
4	1. כללי
7	2. שיפורי תשתיות
7	2.1. הסדרים פיזיים להולכי רגל בקטע דרך
12	2.2. הסדרים פיזיים להולכי רגל באזור מעבר חצייה בקטע דרך
31	2.3. הסדרים לאורך דרך
38	2.4. תכן צמתים
47	2.5. מיתון תנועה
52	2.6. רמזורים ותמרורים
62	2.7. אמצעים אחרים
75	3. דף עמדה: אמצעי חצייה לרוכבי אופניים ולהולכי רגל
75	4. מחקר: השוואה של מעברי חצייה מסומנים ולא מסומנים בצמתים לא מבוקרים ובקטעי דרך
80	5. מחקר: שיפור בטיחות הולכי רגל במעברי חצייה לא מרומזרים
83	6. המלצות לשיפור בטיחות הולכי רגל במדינות מתפתחות
88	7. ביבליוגרפיה
94	נספח ב': שאלון דירוג אמצעים תשתיתיים
101	נספח ב'1: רשימת המומחים שהשתתפו בדרוג האמצעים התשתיתיים
101	נספח ב'2: תאור אמצעים נבחרים מקרב האמצעים המיושמים בארץ
106	נספח ב'3: תאור אמצעים המיושמים בחו"ל אשר טרם נוסו בתנאי הארץ
112	נספח ג': סקר שטח מפורט לבדיקת קטעי רחובות עתירי תאונות הולכי רגל
126	נספח ד': אפיון אתרי תאונות הולכי רגל בארץ
127	1. נתונים כלליים
139	2. נתונים פרטניים

נספח א': סקירת אמצעים לשיפור בטיחות הולכי רגל

נספח א': סקירת אמצעים לשיפור בטיחות הולכי רגל

1. כללי

חלק זה עוסק במגוון רחב של אמצעים המיועדים לשיפור בטיחות הולכי רגל. הולכי רגל, כאשר הם הולכים ברחובות או חוצים כבישים, ניצבים בפני מגוון אתגרים ומטלות. לדוגמה, ניתוח של התנהגות חציית רחוב מצביע על ארבעה מרכיבים עיקריים שהם: גילוי תנועה, שיפוט, קבלת החלטות ותכנון נתיב הליכה. במשימה של חציית רחוב, הדרך נסרקת, התנועה נתפסת ומתבצעים שיפטים לגבי המרחק, המהירות והתנועה של כלי רכב. מידע זה מעובד ומאוחסן ועל בסיסו מתקבלת החלטה לגבי האם לחצות או לא לחצות את הכביש והיכן (Dewar, 2002).

כללית, ישנם גורמים שונים המשפיעים על התנהגות ובטיחות הולך רגל וביניהם: גורמים סביבתיים (סוג דרך, הסדרי תנועה, מצב תאורה), מאפייני תנועה, מאפיינים אישיים של הולך הרגל וגורמים חברתיים (נוכחות אחרים, מטרת ההליכה).

על פי Harkey and Zegeer (2004) כאשר באים לטפל בנושא בטיחות הולכי רגל באמצעים הנדסיים, את מגוון היעדים ניתן להגדיר כלהלן:

- הפחתת מהירות נסיעה של כלי הרכב.
- שיפור טווח ראייה לנהגים והנראות עבור הולכי רגל.
- הפחתת נפחי תנועה של כלי הרכב.
- הורדת שיעור החשיפה של הולכי הרגל לתנועה.
- שיפור נגישות וניידות הולכי הרגל.
- שיפורים אסתטיים לעידוד הליכה ברגל.
- שיפור ציות לחוקי תנועה.
- צמצום התנהגויות מסוכנות.

כל אחד מיעדים אלה ניתן לבצע באמצעות מגוון של שיפורי תשתית. במדריך ה PEDSAFE שיצרו Harkey and Zegeer (2004) מוצעים 49 סוגי פתרונות לשיפור בטיחות הולכי הרגל אשר מתחלקים לשבע קטגוריות של שיפורים שהם: הסדרים פיזיים להולכי רגל, תכן כבישים, תכן צמתים, מיתון תנועה, ניהול תנועה, תמרורים ורמזורים, ואמצעים אחרים.

במדריך לצמצום תאונות הולכי הרגל שפורסם בארה"ב (NCHRP500, 2004) מוגדרים היעדים הבאים:

- הפחתת מהירות נסיעה של כלי הרכב.
- שיפור טווח הראייה לנהגים והנראות עבור הולכי רגל.
- הורדת שיעור החשיפה של הולכי הרגל לתנועה.
- שיפור נגישות וניידות הולכי הרגל.

- שיפור המודעות לבטיחות והתנהגות בטיחותית של הולכי רגל ונהגים.
- היעדים במדריך NCHRP500 דומים לאלה של Harkey and Zegeer (2004) מבחינת אמצעי התשתית המומלצים לפתרון בעיית תאונות הולכי הרגל.
- כל אחד מיעדים אלה ניתן ליישום באמצעות 16 אסטרטגיות, אשר ניתן לשלב ביניהן להשגת היעדים. המדריך (NCHRP500, 2004) סווג את האסטרטגיות לשלושה סוגים בהתבסס על מידת הניסיון בשימוש בהן ועל הידע שנצבר לגבי יעילותן. הסוגים הם:
- "מוכח" (proven-P) – פתרון אשר נבחן בהתקנות שטח, לווה במחקרי הערכה ונמצא יעיל.
- "נבחן" (tried-T) – פתרון אשר הותקן במספר אתרים, מומלץ ע"י תקנים או מפרטים מסוימים, אך טרם נבחן במחקרי הערכה או בניסויים מבוקרים.
- "ניסיוני" (experimental-E) – רעיון שהועלה בדיון ואשר נתמך ע"י רשות דרך אחת לפחות, (כאשר הרשות מוכנה לערוך ניסוי מבוקר עם אמצעי זה).
- גם ה ETSC (1999) הציגו אסטרטגיות מרכזיות להורדת היפגעות בקרב הולכי רגל, ביניהן:
- * הפרדה בין סוגי משתמשי דרך – ביטול קונפליקטים על ידי הפרדה פיזית בין נתיבים לכלי רכב, לבין נתיבים לרוכבי אופניים, ולבין מדרכות להולכי רגל, כאשר התנאים מאפשרים הפרדה.
 - * יצירת תנאים בטוחים באזורי קונפליקט בין סוגי משתמשי דרך- כאשר קיים שימוש משולב במרחב הדרך. לדוגמא, במקום בו מתקיים קונפליקט בין כלי רכב לבין הולכי רגל, ניתן לשפר את הבטיחות באמצעות הפחתת מהירות התנועה, הגברת הנראות של הולכי הרגל ושל כלי הרכב, והתקנת אמצעים טכנולוגיים והנדסיים בכלי הרכב המפחיתים את הסיכוי להתרחשות תאונה.
 - * שיפור התנהגות נהגים באזורי קונפליקט בין סוגי משתמשי דרך- באמצעות אינפורמציה המוצגת לנהג, אימון הנהג, ואכיפה של חוקי התנועה.
 - * הכוונת הולכי רגל לשימוש במסלולי הליכה בטוחים- לאחר שבוצעו שיפורי בטיחות באזורי קונפליקטים, באמצעות הפצת מידע ועידוד השימוש במסלולים הבטוחים.
 - * הפחתת נזקי תאונות – באמצעות שיפורים בתכנון הרכב ובאמצעות שימוש בציוד מגן, על ידי הולכי הרגל.
 - * קביעת סדר עדיפות חדש, שבראשו בטיחות הולכי הרגל, אצל מקבלי החלטות ונציגי הרשויות הממונים על מערכות התחבורה – באמצעות שיתופם בניסיון שנצבר, בהפצת ממצאי מחקרים ועידודם לשכנע את הציבור בצורך בשינוי בסדר העדיפות הקיים.
- דו"ח ספרסם ה OECD (1998) מציג חלוקה של האמצעים לשיפור הבטיחות של משתמשי דרך פגיעים לשתי קבוצות משלימות:
- * קבוצת אמצעי התשתית, או אמצעים "פיזיים" - אמצעים שמתבססים על הנדסת תנועה או תכנון סביבתי שמטרתם להשפיע על התנהגות משתמש הדרך.

*קבוצת אמצעים לא תשתיתיים - אמצעים המשפיעים על התנהגות משתמשי הדרך, מבלי לפעול על הסביבה הפיזית כגון חינוך והסברה, אמצעים לשיפור נראות הולכי הרגל, אכיפה ועוד.

בסקירה הנוכחית התבססנו על סיווג פתרונות תשתית שנבנה בארה"ב ע"י Harkey and Zegeer (2004), סיווג בסיסי זה עבר שינויים והתאמות על סמך ממצאי סקר ספרות נרחב שנערך במחקר הנוכחי.

בסקר הנוכחי האמצעים לשיפור בטיחות הולכי הרגל מוצגים לפי שבע קטגוריות עיקריות בטבלה א.1.

טבלה א.1: סיווג אמצעים לשיפור בטיחות הולכי הרגל

1	הסדרים פיזיים להולכי רגל בקטע דרך
2	הסדרים פיזיים להולכי רגל באזור מעבר חצייה בקטע דרך
3	הסדרים לאורך דרך
4	תכן צמתים
5	מיתון תנועה
6	רמזורים ותמרורים
7	אמצעים אחרים (חינוך, אכיפה, הסברה, אמצעים טכנולוגיים בכלי רכב)

יש לזכור שמרבית האמצעים יעילים יותר כאשר הם משולבים עם אמצעים אחרים. בנוסף, חלק ניכר מהאמצעים מאפשר להשיג יותר מיעד אחד. המטרה העיקרית הינה בדרך כלל לבחור את האמצעים המתאימים להשגת האפקט הרצוי באתר הנבחר. כאשר באים לבחור באמצעי מסוים לשיפור בטיחות הולכי רגל יש להתחשב במספר גורמים, ביניהם: מאפייני האתר, נפח ומאפייני תנועת הולכי רגל, נפח ומאפייני תנועת כלי רכב, מהירות כלי הרכב, עיצוב האתר, מאפייני הסביבה, שיקולים תקציביים ועוד (Harkey and Zegeer, 2004).

מטרת הסקר הנוכחי היא לרכז מידע על יעילותם של פתרונות תשתית המכוונים לשיפור בטיחות הולכי הרגל. אולם, כיוון שחינוך והסברה לבטיחות בדרכים ואכיפה של חוקי תנועה גם כן חשובים לשיפור הבטיחות בדרכים, אמצעים אלה יתוארו בקצרה בסעיף 2.7 של הדו"ח. בנוסף, תובא סקירה קצרה של אמצעים טכנולוגיים והנדסיים המותקנים בכלי רכב אשר מיועדים למניעת התנגשויות ולהפחתת חומרת הפגיעה בהולכי הרגל. במסגרת הסקר, תשומת הלב נתונה לפתרונות המכוונים כלפי נהגים כמו גם לפתרונות המיועדים להולכי הרגל.

2. שיפורי תשתיות

2.1. הסדרים פיזיים להולכי רגל בקטע דרך

המדרכה הינה חלק הרחוב המיועד לתנועה ולפעילות של הולכי הרגל. על פי הטייטה הסופית של הנחיות לתכנון להולכי רגל (2007), המדרכה מהווה גם אכסניה למרכיבים נוספים, ניידים ונייחים, אשר חלקם מוזכרים להלן:

א. פעילות הולכי הרגל

תנועת הולכי רגל לאורך הרחוב

פעילות הולכי רגל הנובעת מתפקוד דופן הרחוב כגון: מסחר, שירותי ציבור וכיוצא בזה. פעילויות מיוחדות של הולכי רגל ברחוב כגון: התכנסויות, מפגשים, המתנה, שווקים, תצוגות וכיוצא בזה.

פעילות קישור לאמצעי תנועה כגון: המתנה לתחבורה ציבורית, כניסה ויציאה מרכב חונה, כניסה ויציאה למפלסי תח"צ תת-קרקעית.

ב. פעילויות רכב מנועי

חציית המדרכה בכניסה לדופן מעבר לחנייה במגרשים.

מרחב שירות של רכב השירות אזור פריקה וטעינה, רחבות כיבוי אש.

ג. מרכיבים נייחים של הרחוב

מרכיבים המשרתים בעיקר את המרחב הציבורי של הרחוב כגון:

מרכיבי שירות להולכי הרגל - ספסלים, פחי אשפה, ברזי שתייה, לוחות ועמודי מודעות, תחנות לתחבורה ציבורית, טלפונים ציבוריים, פרגולות ואמצעי הצללה והגנה. צמחייה - עצים וגומות העצים, ערוגות צמחיה.

מרכיבי שירות לתנועה בכביש - תמרורים ושלטי הנחייה, רמזורים, מדחנים, מתקני חנייה לאופנים.

מרכיבי תשתית הרחוב - עמודי תאורת הרחוב, ברזי כיבוי אש.

ד. מרכיבי התשתית העירונית

מרכיבים המשרתים בעיקר את דופן הרחוב כגון:

מרכיבי תשתית עילית - עמודי טלפון, עמודי חשמל, ארונות סעף, ארונות ומתקני חשמל, ארונות ביקורת לצנרת מים ומערכות השקיה.

מרכיבי תשתית תת-קרקעית - מכסי מערכות מים, חשמל, ביוב וניקוז, אוורור תנועה תת-קרקעית.

ריבוי התפקידים והמשימות של המדרכה מעמיס אותה באופן העלול לשבש את תפקודה. לא פעם מתקיים קונפליקט בין המרכיבים השונים במדרכה - העמדת מתקנים נייחים בתחום המדרכה עלולה לפגוע בתנועת הולכי הרגל, נטיעת עצים לאורך המדרכה מקשה על העברת תשתיות תת-קרקעיות בקרבת העצים וכיוצא בזה (טייטה סופית של הנחיות לתכנון להולכי רגל, 2007).

טבלה 2.א כוללת את רשימת האמצעים לשיפור בטיחות הולכי רגל בקטע דרך.

טבלה א.2: הסדרים פיזיים להולכי רגל בקטע דרך

2.1.1	הקמת מדרכות
2.1.2	שדרוג מדרכה על ידי פינוי רצועת הליכה ממכשולים להולכי רגל
2.1.3	שדרוג מדרכה על ידי מיקום ריהוט רחוב ברצועת שרות ייעודית
2.1.4	הוספת אזור חיץ בין מדרכה ומיסעה
2.1.5	גדרות הולכי רגל לאורך המדרכה
2.1.6	גדרות הולכי רגל במפרדה
2.1.7	שיפור תאורה לאורך רחוב
2.1.8	סלילת מדרכה והתקנת מעברי חצייה ליד תחנת אוטובוס
2.1.9	העברת תחנת אוטובוס לצד הרחוק של הצומת

2.1.1. הקמת מדרכות

הקמת מדרכות מאפשרת ליצור מרחב פיזי מתאים להליכה אשר מופרד מכלי רכב בדרך. מדרכות מסייעות לשיפור נידות הולכי רגל ומאפשרות גישה למקומות שונים. ההמלצות של FHWA¹ ו- ITE² בארה"ב מדברות על רחוב מינימאלי של 1.5 מטר עבור מדרכה, שמאפשר לשני אנשים לעבור בנוחות או ללכת זה לצד זה. מדרכות צריכות להיות רציפות בשני צידי הרחוב ולאפשר נגישות לכל הולכי רגל כולל אלו שבכסא גלגלים (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

בשטח עירוני, נוכחות מדרכות בשני צידי הרחוב נמצאה כקשורה לירידה משמעותית בהסתברות שהולך רגל ייפגע מכלי רכב בהשוואה לאזורים ללא מדרכות. מחקרים שנערכו בארה"ב מצאו ירידה של 50%-90% בשיעור התאונות מסוג "הליכה בצד הדרך" בעקבות הסדרת מדרכות (NCHRP500, 2004). לדוגמא, Knoblauch et al (1987) מצאו כי באתרים ללא מדרכות ההסתברות לתאונות הולכי רגל הייתה גבוהה יותר מפי 2 בהשוואה לאתרים עם מדרכות. למדרכות היה יתרון בטיחותי גדול בשכונות מגורים ובשכונות מגורים מעורבות עם אזורי מסחר, אך לא באזורים מסחריים.

McMahon et al (2002) חקרו את ההשפעות של מדרכות, מאפייני דרך אחרים ומאפיינים דמוגרפיים של שכונות על התרחשות תאונות הולכי רגל, בארה"ב. במחקר נכללו 47 אתרי תאונות שבהם נרשמו תאונות מסוג "הליכה בצד הדרך" ו- 94 אתרי השוואה. נמצא שמאפיינים פיסיים של האתרים שהיו קשורים עם הסתברות גבוהה יותר לתאונות היו: מהירות מותרת גבוהה, חוסר אזורים שנוחים להליכה (אזורים רחבים מכוסי עשב) והעדר במדרכות. כאשר לוקחים בחשבון מהירות מותרת ונפח תנועה, הסבירות שאתר עם מדרכה יהווה אתר תאונה הייתה ב-88% נמוכה יותר מאתר ללא מדרכה. לפיכך, לנוכחות מדרכה נמצאה השפעה משמעותית בהפחתת הסיכון להתרחשות תאונות הולכי רגל מסוג "הליכה בצד הדרך". גם במחקרם של Campbell et al (1999), מדרכות נמצאו כקשורות לירידה משמעותית בתאונות פגיעה בהולכי הרגל.

¹ Federal Highway Administration

² Institute of Transportation Engineers

מניתוח מסכם של 7 מחקרים אשר בדקו שינויים בתאונות באתרים בהם נסללו מדרכות, שערכו Elvik and Vaa (2004), עולה כי סלילת מדרכות גרמה להפחתה ממוצעת של 5% בתאונות פגיעה בהולכי רגל. תוצאה זו הייתה מובהקת עם רווח סמך של +22% -26%.

2.1.2. שדרוג מדרכה על ידי פינוי רצועת הליכה ממכשולים להולכי רגל

ככלל, מדרכות צריכות להיות נקיות ממכשולים כמו עמודים, שלטים, מתקני עיתונים וריהוט רחוב אחר אשר עשויים לחסום את המעבר, להפריע לשדה הראייה של נהג רכב או של הולך הרגל, ואף להוות סיכון למעידה. כמו כן, הכרחי לדאוג לתחזוקה מתאימה של אזורים אלה ולשמור אותם נקיים מפסולת, צמחייה מתפשטת ועוד. יש להבטיח יכולת גילוי של עצמים בולטים או תלויים מלמעלה עבור הולכי רגל בעלי מוגבלויות ראייה (Harkey and Zegeer, 2004).

עם זאת, בספרות לא נמצאו ממצאים כמותיים על השפעת "שדרוג מדרכה על ידי פינוי רצועת הליכה ממכשולים להולכי רגל" על בטיחות הולכי רגל.

2.1.3. שדרוג מדרכה על ידי מיקום ריהוט רחוב ברצועת שרות ייעודית

מדרכות צריכות להיות חלק ממערכת שמספקת גישה לסחורות, שירותים, תחבורה ובתים. סביבות הליכה מתוכננות היטב משופרות ע"י אלמנטים של עיצוב אורבאני וריהוט רחוב כדוגמת ספסלים, תחנות אוטובוס, מתקני אשפה וברזיות. יש למקם את ריהוט הרחוב ברצועת שירות ייעודית ולדאוג לפנות את רצועת ההליכה ממכשולים להולכי רגל. אזורי הליכה צריכים גם להיות מעניינים להולכי רגל ולספק סביבה בטוחה (Harkey and Zegeer, 2004).

בספרות לא נמצאו ממצאים על השפעת מיקום ריהוט הרחוב על בטיחות הולכי רגל.

2.1.4. הוספת אזור חיץ בין מדרכה ומיסעה

אזור חיץ הינו רצועת גיבון או נתיב חניה או שביל אופניים. הוספת אזור חיץ של 1.2-1.8 מטר בין מדרכה למיסעה מאפשרת להפריד את הולכי הרגל מהרחוב ומסייעת במיתון תנועה ע"י הצרה ויזואלית של הדרך. האזור החוצץ משתנה בהתאם לסוג הרחוב. באזורי מסחר או במרכזי ערים, מכוניות חונות ו/או נתיבי אופניים יכולים לספק אזור חיץ טבעי. באזורים כפריים או פרבריים, רצועת נוף של עצים, שיחים ופרחים מתאימה יותר (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004). עם זאת, יש לדאוג שדפוסים הצמיחה של הצמחים לא יסתירו תמרורים ושלטים או את שדות הראייה של הולכי רגל ונהגים.

נתיב חנייה בצידו הרחוב יכול הן להועיל והן להזיק להולכי רגל. חנייה בצידו הרחוב מגבירה את "החיכוך" החיובי לאורך הרחוב ויכולה להצר את רוחב החצייה האפקטיבי, מה שמעודד מהירויות נסיעה איטיות יותר. מאידך, חנייה יוצרת מחסום ויזואלי בין תנועת כלי רכב והולכי רגל שחוצים את הכביש, במיוחד ילדים ואנשים המשתמשים בכסא גלגלים. כדי לפתור את בעיית המיסוך שיוצרות מכוניות חונות ולשפר את טווח הראייה של הולכי רגל ונהגים, מקובל להסיר חניות בקרבת מעברי חצייה (פרוט בסעיף 2.1.2).

בספרות לא נמצאו ממצאים כמותיים על השפעת אזורי חיץ על בטיחות הולכי רגל.

2.1.5. גדרות הולכי רגל לאורך המדרכה

הצבת גדרות הולכי רגל לאורך המדרכה מאפשרת למנוע ירידת/התפרצות הולכי רגל לכביש שלא במעבר חצייה ומצד שני תמנע פלישת/עליית כלי רכב למדרכה תוך סיכון הולכי רגל. רצוי למקם גדרות אלו באזורי קונפליקט פוטנציאליות כאשר צפויה סכנה לפגיעה בהולכי רגל שיפרצו לכביש. עם זאת, יש לאפשר לנהגים לראות את הולכי הרגל המחכים לחצייה בקצה הגדר (ETSC, 1999). בספרות לא נמצאו ממצאים כמותיים על השפעת גדרות הולכי רגל לאורך המדרכה על בטיחות הולכי רגל.

2.1.6. גדרות הולכי רגל במפרדה

אמצעי זה הינו התקנת גדר בין נתיבי תנועה מנוגדים כדי למנוע חציית הולכי רגל שלא בצמתיים. הגדר לרוב בגובה מטר, עם עמודים אנכיים קרובים זה לזה. בעוד פתרון זה מרכז את תנועת הולכי הרגל למסלולים הרצויים, הוא עלול להוות חסרון לילדים קטנים. זאת כיוון שילדים קטנים לא יכולים לראות ולהיראות ע"י נהגים מתקרבים, מאחר ועיצוב הגדר - הפסים האנכיים - חוסם את שדה הראייה שלהם. כל תנועה של הולך רגל מעבר למעקה יכולה להביא לכך שלנהג ולהולך רגל אין מספיק זמן כדי להימנע מהתנגשות (Dewar, 2002).

השפעת אמצעי זה נבדקה במחקר שנערך בשמונה אתרים בלונדון (Stewart, 1988). התוצאות הצביעו על ירידה של 33% במספר הולכי רגל מבוגרים שנפגעים בתאונות ועלייה של 90% במספר הילדים הנפגעים. כפתרון לבעיית הנראות הוצע להשתמש בגדרות עם "חלונות" אנכיים שמאפשרים עד 80% שקיפות במרחק של 40 מטר לפני הנהג. בהמשך המחקר שנערך ב- 18 אתרים תוך שימוש באמצעי מתוקן זה נמצאה ירידה של כמעט 50% במקרי פגיעה בילדים הולכי הרגל..

Elvik and Vaa (2004) ערכו ניתוח מסכם של 2 מחקרים בהם נבדק שינוי בתאונות באתרים בהם הוצבו גדרות הולכי רגל במפרדות - טבלה א.3. ממצאי הניתוח המסכם עולה כי הקמת הגדרות הביאה להפחתה ממוצעת של 24% בתאונות עם נפגעים הולכי רגל, להפחתה ממוצעת של 8% בתאונות בין כלי רכב ולהפחתה של 21% בכלל התאונות. כאשר הוצבו במפרדות גדרות הולכי רגל עם מרווחים לשיפור הנראות, שינוי זה הביא להפחתה ממוצעת של 33% בתאונות עם נפגעים הולכי רגל, להפחתה ממוצעת של 50% בתאונות בין כלי רכב, ולהפחתה של 39% בתאונות מכל הסוגים (ראה טבלה א.3).

טבלה א.3: השפעות של אמצעי בטיחות על תאונות: אחוז השינוי במספר התאונות Elvik and Vaa (2004)

חומרת תאונות	סוג תאונות	אומדן מיטיבי	מרווח סמך ברמת ביטחון של 95%
גדרות הולכי רגל			
תאונות עם נפגעים	תאונות הולכי רגל	-24	(-35; -11)
תאונות עם נפגעים	תאונות רכב	-8	(-33; +27)
תאונות עם נפגעים	כל התאונות	-21	(-32; -9)

גדרות הולכי רגל עם מרווחים לשיפור הנראות			
תאונות עם נפגעים	תאונות הולכי רגל	-33	(-47; -15)
תאונות עם נפגעים	תאונות רכב	-50	(-65; -30)
תאונות עם נפגעים	כל התאונות	-39	(-50; -26)

2.1.7. שיפור תאורה לאורך רחוב

באזורי מסחר עם פעילות לילית של הולכי רגל, מיקום נכון של תאורת רחוב ורמות תאורה מתאימות יכולים לשפר את אווירת האזור, את ראות הולכי הרגל ע"י נהגים ואת הבטיחות והנוחות של כל משתמשי הדרך, במיוחד הולכי רגל. מומלץ למקם תאורת רחוב רציפה לאורך שני הצדדים של רחובות עורקיים על מנת לספק רמה אחידה של תאורה לאורך הדרך (להימנע מ"נקודות חשוכות"). באזורי מסחר או במרכזי ערים, יש למקם תאורה מיוחדת להולכי רגל מעל למדרכות כדי לשפר את הנוחות, הבטיחות ותחושת הביטחון של הולכי הרגל (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

הקרט ואחרים (2002) ערכו מחקר שמטרתו הייתה ליצור שיטה וכלי ממוחשב להערכת תרומתם הבטיחותית של שיפורי תשתית שונים במרחב העירוני והבין-עירוני. במחקר, פותחו שתי סדרות של ערכי אפקטים בטיחותיים שמתקשרים עם שיפור תשתית: האחת, סדרת הערכים שמשקפים את הניסיון הבינלאומי והשנייה, סדרת הערכים שמהווים סיכום לממצאי הערכה בתנאי הארץ. נמצא כי בתנאי הארץ, שיפור תשתית מסוג שיפורי תאורה בקטע דרך עירוני הביא להפחתה של 18% בתאונות לילה.

בניתוח מסכם של 38 מחקרים אשר בדקו השפעה של התקנת תאורה על תאונות בדרכים, עירוניות ובין עירוניות נמצא על ידי Elvik and Vaa (2004) כי שיפור זה הביא להפחתה ממוצעת של 64% בתאונות קטלניות ולהפחתה ממוצעת של 28% בתאונות עם נפגעים, בשעות לילה. נמצא גם שלתאורת רחוב קימת השפעה גדולה יותר על תאונות הולכי רגל (הפחתה בכ-50%) ביחס לתאונות מסוגים אחרים, וכי השפעת התאורה זהה בסביבה עירונית ובין עירונית (Elvik, 1995). בנוסף נותחה השפעת הגברת עוצמת התאורה על הבטיחות. נמצא כי הגברת עוצמת התאורה עד פי שתיים גרמה להפחתה ממוצעת של 8% בתאונות עם נפגעים והגברת עוצמת התאורה פי 5-2 גרמה להפחתה ממוצעת של 13% בתאונות עם נפגעים והגברת עוצמת התאורה פי 5 ויותר גרמה להפחתה ממוצעת של 50% בתאונות עם הרוגים בזמן חשכה ושל 32% בתאונות עם נפגעים; כל השינויים הם בשעות לילה.

2.1.8. סלילת מדרכה והתקנת מעברי חצייה ליד תחנת אוטובוס

סלילת מדרכה והתקנת מעברי חצייה ליד תחנת אוטובוס מאפשרים ליצור גישה בטוחה, נוחה ומזמינה למשתמשי תחבורה ציבורית. התחנות צריכות להיות ממוקמות באינטרוולים שנחים למשתמשים. מאפיינים רצויים נוספים לתחנות אוטובוס הם: שילוט מתאים, תאורה טובה, מחסה עם מקום ישיבה, פחי אשפה ומתקן חנייה לאופניים. התחנות צריכות להוות מיקומים נראים לעין שהולכי רגל יכולים להגיע אליהם בקלות באמצעות נתיבי הליכה נגישים. לפיכך, מערכת מדרכות שלמה

הכרחית כדי לתמוך במערכת תחבורה ציבורית. גם מעברי חצייה נוחים חשובים לשם כך. מיקום תחנת האוטובוס צריך להיות נגיש להולכי רגל בכסא גלגלים (Harkey and Zegeer, 2004).

בספרות לא נמצאו ממצאים כמותיים על השפעת האמצעי על בטיחות הולכי רגל.

2.1.9. העברת תחנת אוטובוס לצד הרחוק של הצומת

מיקום מתאים של תחנות אוטובוס הוא מפתח לבטיחות המשתמשים. מיקום תחנות האוטובוס בצד הקרוב של צמתים או מעברי חצייה עלול לחסום את שדה הראייה של הולכי רגל לתנועה המתקרבת ואת שדה הראייה של נהגים המתקרבים להולכי הרגל. נהגים עלולים שלא להספיק לעצור בזמן כאשר הולך רגל יוצא מלפני אוטובוס שעצר בתחנה לתוך נתיבי התנועה בצומת. מיקום תחנות אוטובוס בצד המרוחק ככלל מעודד הולכי רגל לחצות מאחורי האוטובוס. בנוסף, מיקום התחנה בצד המרוחק של הצומת מסיר את מגבלת טווח הראייה הנגרמת ע"י האוטובוס ובכך יכול לשפר את בטיחות הולכי הרגל (Harkey and Zegeer, 2004).

בספרות לא נמצאו ממצאים כמותיים על השפעת האמצעי על בטיחות הולכי רגל.

2.2. הסדרים פיזיים להולכי רגל באזור מעבר חצייה בקטע דרך

מעברי חצייה מיועדים להולכי רגל ומשמשים כדי לכוון אותם למיקום הבטוח ביותר לחצייה של רחוב רחב או בעל נפח תנועה גדול. מעברי חצייה מסומנים משמשים גם להזהיר נהגים מפני פעילות חצייה של הולכי רגל. במקרים מסוימים יש לשלב מעברי חצייה מסומנים עם אמצעים פיזיים נוספים, שיפורטו בהמשך, אשר מגדילים את ההסתברות למתן זכות קדימה על ידי נהגים להולכי רגל חוצים במעבר החצייה. יש להבטיח שסימוני מעברי חצייה נראים לעיני נהגים, במיוחד בלילה. אסור שמעברי חצייה יהיו חלקלקים, יצרו סיכון מכשיל או יהיו קשים לחצייה עבור אנשים עם מוגבלויות ראייה או קשיי ניידות. גרניט או אבן ריצוף עגלגלה הם דוגמאות לחומרים שעשויים להפוך לחלקלקים כשהם נרטבים או קשים לחצייה ע"י הולכי רגל עיוורים או כאלה שמשתמשים בכסא גלגלים. (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

על פי הטיטה הסופית של הנחיות לתכנון להולכי רגל (2007), קיימים תנאים והצדקים להתקנת מעבר חצייה בקטע דרך עירוני כתלות באורך החצייה ובנפח התנועה. יש להתקין מעבר חצייה כשנפחי התנועה גדולים מהנפחים הנתונים בטבלה א.4 בשני כיווני התנועה, ללא הפרדה פיזית, או בכיוון תנועה אחד לפחות מבין שני כיווני התנועה, אם יש הפרדה פיזית כמו: מפרדה, אי תנועה, אי טיפה, אי משולש. בנוסף כאשר מרחק החצייה בין מקלטים להולכי רגל עולה על 7 מ' ברחוב שאינו מחולק או 10 מ' במסלול חד-סטרי אחד. יחד עם זאת, בשל היבטי בטיחות הנוגעים לקרבה יתרה בין מעברי חצייה, אין לקבוע מעברי חצייה סמוכים ברחובות עירוניים אם המרחק ביניהם קטן מ-100 מ' ברחוב חד-מסלולי ו-200 מ' ברחוב מחולק.

טבלה א. 4: הצדקים לקביעת מעברי חצייה, מתוך הטייטה של הנחיות לתכנון להולכי רגל (2007)

נפח כלי רכב (שעות) ⁴	אורך החצייה (מ') ³
$V \geq 900$	4
$V \geq 700$	5
$V \geq 600$	6
$V \geq 500$	7

טבלה א. 5: כוללת את רשימת האמצעים לשיפור בטיחות הולכי רגל במעברי חצייה.

טבלה א. 5: הסדרים פיזיים להולכי רגל באזור מעבר חצייה בקטע דרך

הוספת אוזניים למעבר חצייה	2.2.1
הוספת אי מפלט למעבר חצייה בקטע רחוב	2.2.2
שיפורי רמפות עלייה למדרכה באזור מעבר חצייה	2.2.3
סימון מעברי חצייה	2.2.4
סימון זיגזג למניעת חנייה ועקיפה בצידי נתיבי הגישה למעבר החצייה	2.2.5
שיפור תאורה במעבר חצייה	2.2.6
הסרת מטרדי ראות באזור מעבר חצייה	2.2.7
תמרורים עיליים פולטי אור ומאירים (ג-7)	2.2.8
התקנת תמרורי עיליים פולטי אור ומאירים עם מהבהבים (ה-8) עם דמות	2.2.9
תמרורים ושלטי אזהרה בהתקרבות למעבר חצייה	2.2.10
קו עצירה מקדים למעבר חצייה בדרך חד סטרית דו נתיבית	2.2.11
התקנת סמנים מחזירי אור לרוחב מעבר חצייה	2.2.12
התקנת סמנים פולטי אור במיסעה לרוחב מעבר חצייה	2.2.13
התקנת מעבר חצייה "חכם" עם סמנים פולטי אור במיסעה לרוחב מעבר חצייה	2.2.14
התקנת פנס חכם דמוי עיניים זזות במעבר חצייה	2.2.15
התקנת תאורה חכמה במעבר חצייה	2.2.16
בניית מעבר עילי או תחתי להולכי רגל	2.2.17

2.2.1. הוספת אוזניים למעבר חצייה

להוספת אוזניים במעברי חצייה בצמתים וקטעי דרך מספר יתרונות: הרחבת המדרכה לתוך נתיב החנייה, דבר המקטין את הרוחב האפקטיבי של הדרך (וכתוצאה מכך, מקצר את מרחק החצייה ומקטין את החשיפה של הולכי רגל); שיפור הנראות של הולכי רגל וכלי רכב; עידוד הולכי רגל לחצות במיקום המיועד לחצייה; הקטנת מהירות כלי רכב בפנייה; ומניעת חנייה בקרבת מעבר חצייה.

³ אורך החצייה הוא המרחק בין מדרכה אחת לאחרת, או בין מדרכה למקלט פיזי (אי תנועה, מפרדה, אי משולש וכד').

⁴ חישוב נפח התנועה השעתי (כלי רכב) הקובע לבדיקה זו הוא ממוצע לשלוש שעות שיא בבוקר או לשלוש שעות שיא אחה"צ, לפי הגבוה מביניהם

הוספת אוזניים מתאימה רק כשיש נתיב חנייה והיא אינה צריכה להתארך מעבר ל 1.8 מטר משפת האבן כדי למנוע התנגשות רכב באוזן כאשר נתיב החנייה פנוי. האוזן מספקת מרחב נוסף לרמפת עלייה למדרכה, רצועת גינון וריהוט רחוב במיוחד כאשר המרחב הקיים מוגבל, אך יש לוודא כי ריהוט הרחוב או רצועת הגינון לא חוסמים את שדה הראייה (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500,) (2004).

במחקר של הקרט ואחרים (2002) נמצא כי שיפור תשתית מסוג שינוי גיאומטרי בקטע רחוב הכולל הוספת אוזניים הביא להפחתה של 20% בכלל התאונות עם נפגעים, בתנאי הארץ. ממצא זה התבסס על ניתוח תאונות ב-8 פרויקטים בחיפה בשנים 1990-1996 אשר התקבל ברמת מובהקות סבירה של 80% ונמצא בתוך מרווח הערכים שהתקבלו בחו"ל.

מניתוח מסכם של מחקר בודד אשר בחן תאונות באתרים בהם הורחבו מדרכות על ידי בניית אוזניים ליד מעברי חצייה בצמתים ובקטעי דרך, שערכו Elvik and Vaa (2004), עולה כי בניית האוזניים גרמה להפחתה ממוצעת של 5% בתאונות עם נפגעים. מכיוון שהמחקר התבסס על מספר קטן של תאונות עם נפגעים, התוצאות אינן בעלות מובהקות סטטיסטית. מרווח סמך ברמת ביטחון של 95% (-67; +30).



איור א.1. אוזן בצומת (מקור Harkey and Zegeer, 2004)

2.2.2. הוספת אי מפלט למעבר חצייה בקטע רחוב

אי מפלט הינו אי מוגבה הממוקם בין מעברי חצייה במרכז דרך חד מסלולית דו סטרית. ניתן להוסיף אי מפלט גם סמוך לצומת. איי מפלט מתאימים גם למעברי חצייה מרומזרים. מטרת הפתרון לאפשר להולכי רגל חוצים להתמודד עם כיוון תנועה אחד בכל פעם, ולהתיר להם לעצור במחצית הדרך על אי המפלט, כדי לחכות למרווח מתאים בתנועה במעבר חצייה לא מרומזר, או למופע ירוק במעבר חצייה מרומזר, לפני חציית החלק השני של הרחוב. איי המפלט מדגישים את מעברי החצייה ותורמים להפחתת מהירות הנסיעה של כלי רכב המתקרבים למעבר חצייה. יש להדגיש את נוכחות אי המפלט להולכי רגל ונהגים על ידי תמרור, סימון ותאורה. כאשר קיים נתיב חנייה, רצוי להשתמש בשילוב של בניית אי מפלט במרכז הדרך והוספת אוזניים הקוטעים את נתיבי החניה (Harkey and Zegeer,) (2004; NCHRP500, 2004).

במחקר שבדי שערך Garder (1989), נמצא כי התקנת איי מפלט לחצייה בצמתים בשתי ערים, Stockholm and Malmo, הפחיתה סיכון להולכי רגל בשליש בהשוואה למצב המקורי. אולם, שכיחות החצייה באור אדום (אחוז הולכי הרגל שהגיעו באור אדום אבל החליטו לחצות את הרחוב לפני שהרמזור אפשר להם) הייתה גבוהה יותר (15%) כאשר היה אי מפלט, לעומת המצב הקודם (10%).

אמצעי זה מוזכר במחקר של Zegeer, Stuart and Huang (1999) כתורם משמעותית להפחתת תאונות הולכי רגל. הגורמים התורמים לבטיחות הולכי רגל כוללים הפחתת קונפליקטים, הפחתת מהירות כלי רכב המתקרבים לאי המפלט, משיכת תשומת הלב לקיום מעבר החצייה, הזדמנויות להצבת תמרורים נוספים במרכז הדרך והפחתת זמן החשיפה של הולכי רגל.

Turner et al (2006) העריכו את התועלת של מספר אמצעים הנדסיים לשיפור בטיחות הולכי רגל החוצים במעברי חצייה מסומנים בצמתים לא מרומזרים בעורקי תנועה עמוסים. האמצעים הנדסיים הוספו למעבר החצייה הבסיסי הכולל סימון צבע על המיסעה. מטרת האמצעים הייתה לשפר את יכולת הולכי רגל לחצות את הכביש, וכמו כן, לשפר את נראות אתר החצייה והולכי הרגל המחכים לחצות. בין האמצעים שנבדקו היו אמצעים של "הגברה או נראות גבוהה". אחד האמצעים שנבדק בקטגוריה זו היה בניית אי מפלט. אפקטיביות של האמצעים נמדדה באמצעות איסוף נתוני תצפיות על מתן זכות קדימה להולכי רגל ע"י הנהגים באתרים בהם יושמו האמצעים השונים. הולכי הרגל חוצים היו מהאוכלוסייה הכללית וכן, "חציות מבוטות" ע"י צוות המחקר איסוף הנתונים בכל אתר התבצע באמצעות מצלמת וידאו נסתרת.

איי מפלט להולכי רגל נבדקו בשבעה אתרי ניסוי. במחקר נמדדה היענות הנהגים למתן זכות קדימה עם האמצעים הנוספים. האתרים כללו איי מפלט בדרכים עם 2 ו- 4 נתיבים, מהירויות מותרות 25, 30, 35 מייל לשעה (40, 48, 56 קמ"ש), להולכי רגל מהאוכלוסייה הכללית, ממוצע היענות למתן זכות קדימה היה 29% (טווח היענות 7%-54%) ובששה אתרי ניסוי להולכי רגל מבוטות, ממוצע היענות היה 34% (טווח היענות 7%-75%). על פי תוצאת המחקר הופק דו"ח על ידי Fizpatrick et al (2006) אשר בו מפורטים התנאים המתאימים ליישום כל אמצעי: נפחי תנועה, נפחי הולכי רגל חוצים, מהירות מותרת, מהירות הולכי רגל, מספר מסלולים, רוחב הדרך.

מניתוח מסכם של 4 מחקרים אשר בדקו שינויים בתאונות באתרים בהם נבנו איי מפלט להולכי רגל, שערכו Elvik and Vaa (2004), עולה כי בניית אי מפלט גרמה להפחתה ממוצעת של 18% בתאונות עם נפגעים הולכי רגל. תוצאה זו הייתה מובהקת עם רווח סמך של (-3%; -30%). נמצאה הפחתה ממוצעת של 9% עם רווח סמך של (+3%; -20%) לתאונות כלי רכב עם נפגעים, ולכלל התאונות, הפחתה ממוצעת של 13% עם רווח סמך של (-3%; -21%).



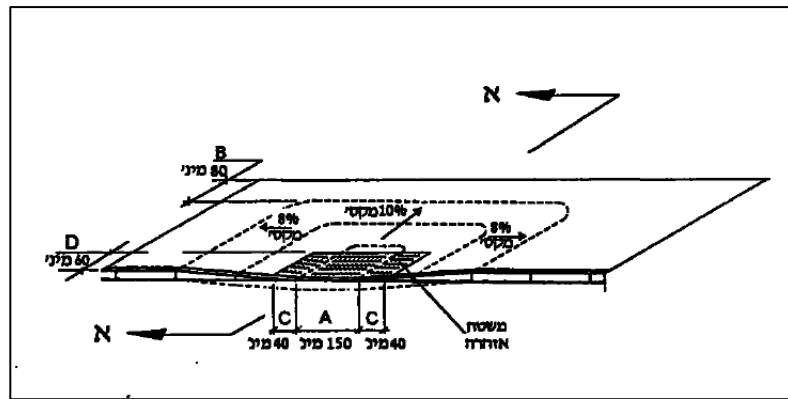
איור א.2. אי מפלט עם דרוג למעבר חצייה - הדרוג מפנה את הולך הרגל אל מול התנועה
(מקור Harkey and Zegeer, 2004)

2.2.3. שיפורי רמפות עלייה למדרכה באזור מעבר חצייה

בתקן ישראלי מס' 1918 חלק 2 (2001), שיפורי רמפות עלייה למדרכה יחד עם הנמכת אבן השפה, צריכים להיות מיושמים בכל הצמתים וקטעי הדרך בהם קיימים מעברי חצייה להולכי רגל. הרמפות מאפשרות גישה נוחה בין המדרכה והמיסעה באזור מעבר חצייה לאנשים המשתמשים בכיסאות גלגלים, עגלות, מקלות הליכה, קביים, אופניים ועבור הולכי רגל בעלי מגבלות ניידות שיש להם קושי לעלות ולרדת מאבני שפה גבוהות. על פי תקן ישראלי מס' 1918 חלק 2 (2001), שיפוע הרמפה צריך להיות לא יותר 10%. במידה ואפשר, יש לספק רמפות עלייה נפרדות לכל מדרכה בצומת, כדי לשפר את האוריינטציה של הולכי רגל עם מוגבלויות ראייה. כמו כן על פי תקן ישראלי מס' 1918 חלק 2 (2001), יש להתקין לאורך הנמכת המדרכה משטח אזהרה המנוגד בגוון ובמרקם למשטחים הסמוכים ברוחב 60 ס"מ לפחות.

אמנם שיפורי רמפות עלייה למדרכה באזור מעבר חצייה נדרשים בכל סוגי הרחובות, מיקומים בעדיפות הם במרכזי ערים וברחובות הקרובים לתחנות אוטובוס, בתי ספר, פארקים, קופות חולים, מרכזי קניות וליד בתי מגורים של אנשים בכיסאות גלגלים (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

בספרות לא נמצאו ממצאים כמותיים על השפעת האמצעי על בטיחות הולכי רגל.



איור א.3. תרשים הנמכה במדרכה ליד מעבר חצייה
 (מקור תקן ישראלי מס' 1918 חלק 2 הסביבה מחוץ לבניין (2001))

2.2.4. סימון מעברי חצייה


סימון מעברי חצייה מציין מהם מיקומי החצייה המועדפים לחצייה בטוחה של הולכי רגל. בנוסף, מעברי חצייה מסומנים מזהירים נהגים לצפות לחצייה של הולכי רגל ומזכירים להם לתת זכות קדימה להולכי רגל. מעברי חצייה לעיתים קרובות ממוקמים בצמתים מרומזרים ובקטעי דרך נבחרים אחרים. כדי להבטיח שהולכי רגל יחצו במעבר חצייה יש למקמם כך שיהיו נוחים לגישה ובטוחים עבור הולכי רגל (גם בכסא גלגלים), במיקומים עם ראות ותאורה הולמים. מעברי חצייה מסומנים חשובים להולכי רגל בעלי מוגבלויות ראייה. יש להשתמש באזהרות שניתנות לגילוי כדי להנחות הולכי רגל עם מוגבלויות ראייה היכן מסתיימת הרמפה ומתחילה המיסעה (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

מעברי חצייה מסומנים רצויים במיקומים בעלי נפח גדול של הולכי רגל כדי להנחות הולכי רגל לאורך מסלול הליכה מועדף. במקרים מסוימים ניתן להגביה אותם ויש ליישם בשילוב עם שיפורים נוספים שמחזקים את נראות מעברי חצייה לעיני נהגים. לעיתים כדאי להוסיף שלטי אזהרה לנהגים ליד מעברי חצייה מסומנים (יש לשים לב למיקום התמרורים כך שלא "ילכו לאיבוד"). סימוני מעברי חצייה לבדם אינם תורמים לבטיחות הולכי רגל יש לקחת בחשבון ששימוש לא עקבי או מופרז במעברי חצייה מסומנים יכול לגרום לבלבול אצל נהגים והולכי רגל, להפר ציפיות נהג ולהוביל לזילות של אמצעי הבקרה (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

בארצות הברית קיימים דפוסי סימון שונים למעברי חצייה המופיעים ב MUTCD: שני פסים אנכיים שלמים, שני פסים אנכיים מקווקווים, סימון זברה (פסים אופקיים), סימון סולם (פסים אופקיים ואנכיים) ועוד (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

על פי הטיוטה הסופית של הנחיות לתכנון להולכי רגל (2007), מעבר חצייה הוא כל מקום חצייה המסומן כמעבר חצייה באמצעות תמרורים, לרבות סימונים על פני הדרך. למסגרת זו שייך גם מקום החצייה בצומת מרומזר, שמוצג בקטגוריה נפרדת.

בישראל התמרור המזוהה ביותר על ידי הציבור למעבר חצייה הוא תמרור ד-11 "זברה" שבו מסומנים קווים לבנים על גבי המיסעה. על פי תקנות והנחיות להצבת תמרורים של משרד התחבורה (1997), במקומות חצייה שלא בצומת חשוב במיוחד להציב תמרורי ג-7 "מקום חצייה להולכי רגל".

1. צורת הסימון וצבעו.	2. מספרו	3. פירושו.
	811	מעבר חצייה להולכי רגל: חולק מעבר חצייה רחב לשניים, חצה בחצי הימני של מעבר החצייה.

איור א.4. סימון מעבר חצייה בישראל (מקור טיוטת הנחיות להצבת תמרורים (2007))

2.2.5. סימון זיגזג למניעת חנייה ועקיפה בצידי נתיבי הגישה למעבר החצייה

חנייה בקרבת מעבר חצייה עלולה לחסום את הראות בין נהג מתקרב לבין הולך רגל חוצה. מעבר נתיב בגישה למעבר חצייה יכולה לגרום לפגיעה בהולך רגל חוצה המוסתר על ידי רכב אחר. כדי למנוע שתי תופעות אלו על פי Davies (1999) הותחל באנגליה, בשנת 1971, השימוש בסימון על פני הדרך בקו שבור, זיגזג, בצידי הנתיבים בסמוך למעברי חצייה מרומזרים ולא מרומזרים. פרוש הסימון: הזהרת נהגים מפני מעבר חצייה, איסור מעבר נתיב ואיסור חנייה. איסורים אלו נחשבים איסורים חמורים ומושם דגש על אכיפתם. הסימון הזה בלעדי למעברי חצייה ומשמש אמצעי נוסף לאמצעים האחרים להדגשת המעבר לעיני הנהג המתקרב. האמצעים האחרים להבלטת מעבר חצייה באנגליה: למעבר מרומזר- קו עצירה, פנסי רמזור וסימון שולי מעבר החצייה בקו קטעים. למעבר לא מרומזר- קו קטעים משני צידי מעבר חצייה, סימון "זברה" למעבר החצייה, פנסים כדוריים צהובים מהבהבים כל הזמן על עמודים משני צידי המעבר. בניגוד למקובל ברב המדינות, לא משתמשים באנגליה בתמרור "מעבר חצייה".

לא נמצאו מחקרים על השפעת סימון זיגזג, בנפרד משאר האמצעים, על בטיחות הולכי רגל.



איור א.5. באנגליה: סימון זיגזג סמוך למעבר חצייה לא מרומזר



איור א.6. באנגליה: סימון זיגזג סמוך למעבר חצייה מרומזר

2.2.6. שיפור תאורה במעבר חצייה

הולכי רגל לעתים קרובות מניחים שנהגים יכולים לראותם בלילה; הם מוטעים ע"י יכולתם לראות את תאורת כלי הרכב המתקרבים. ללא תאורה עילית מספקת במעברי חצייה, נהגים לא יוכלו לראות את הולכי הרגל כדי לעצור בזמן. ניתן לשפר אזורי חציית הולכי רגל בשעת לילה באמצעות תאורה נוספת או אמצעים מחזירי אור (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004). ב-Perth, אוסטרליה הייתה ירידה של 62% בתאונות הולכי רגל בלילה לאחר שמעברי חצייה הוארו באור חזק בהשוואה למצב לפני (Pegrum, 1972). התקנה משולבת של תאורה ומערכת שילוט במעברי חצייה בישראל הורידה את תאונות הולכי רגל בשעת לילה ב 43%, בעוד שלא היה שינוי בתאונות באור יום (Polus and Katz, 1978). בפילדלפיה, Freedman, Janoff, Koth and McCunney (1975) בדקו את ההשפעה של שיפור בתאורה על התנהגות הולכי רגל ונהגים. נמצא כי התנהגות החיפוש של הולכי רגל השתפרה משמעותית ונהגים היו יותר מודעים למעברי חצייה.

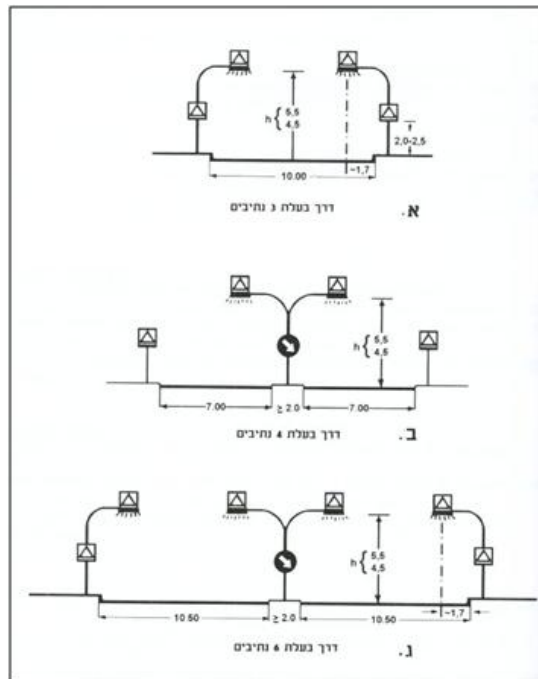
2.2.7. הסרת מטרדי ראות באזור מעבר חצייה

פינת רחוב מתוכננת היטב צריכה לאפשר טווח ראייה רחב. תאונות יכולות להתרחש כאשר הולך רגל יוצא מאחורי מכשול כלשהו אשר חוסם את שדה הראייה הן של הולך הרגל והן של הנהג. לפיכך, באזור מעבר חצייה יש לוודא שאין מכשולים כמו עמודים, שלטים, פחי אשפה, מתקני עיתונים וכדומה שעשויים לחסום את שדה הראייה של הנהג או את ראות הולך הרגל. כמו כן, אין למקם מעברי חצייה קרוב לעקומות אופקיות או קרוב לקצה העליון של עקומות אנכיות כדי להימנע מטווח ראייה לא מספק הולכי רגל שחוצים את הכביש (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

בספרות לא נמצאו ממצאים כמותיים על השפעת האמצעי על בטיחות הולכי רגל.

2.2.8. התקנת תמרורים עיליים פולטי אור ומאירים (ג-7)

על פי תקנות והנחיות להצבת תמרורים של משרד התחבורה (1997), במקומות חצייה שלא בצומת חשוב במיוחד להציב תמרורי ג-7 "מקום חצייה להולכי רגל". במקרים הבאים נדרש להתקין מעל מעבר החצייה תמרור עילי פולט אור ומאיר: בדרך חד מסלולית ברוחב 10.0 מ', דרך דו מסלולית בה רוחב כל מסלול 7.0 מ' או יותר. תמרורים אלה מזהירים נהגים לצפות לחצייה של הולכי רגל ומזכירים להם לתת זכות קדימה להולכי רגל. על פי טיוטת ההנחיות לתכנון תנועת הולכי רגל (2007), על המתכנן לקבוע אם להציב תמרור עילי פולט אור ליד מעבר החצייה. אם הבחירה נופלת על ג-7 מואר, יש לשקול אם נדרשת גם הארה של החצייה על ידי התקנת ג-7 מאיר או תאורה. לפעמים הצורך הראשוני בתאורת מעבר החצייה יכול להיות הסיבה העיקרית להעדפת המערכת המורכבת על הזרוע. התמרור המאיר נדרש היכן שהתאורה לבדה אינה מגיעה לרמות הנדרשות בהנחיות לתאורה.



איור א.7. הנחיות להתקנת תמרורים עיליים פולטי אור ומאירים

(מקור הנחיות להצבת תמרורים (1997))

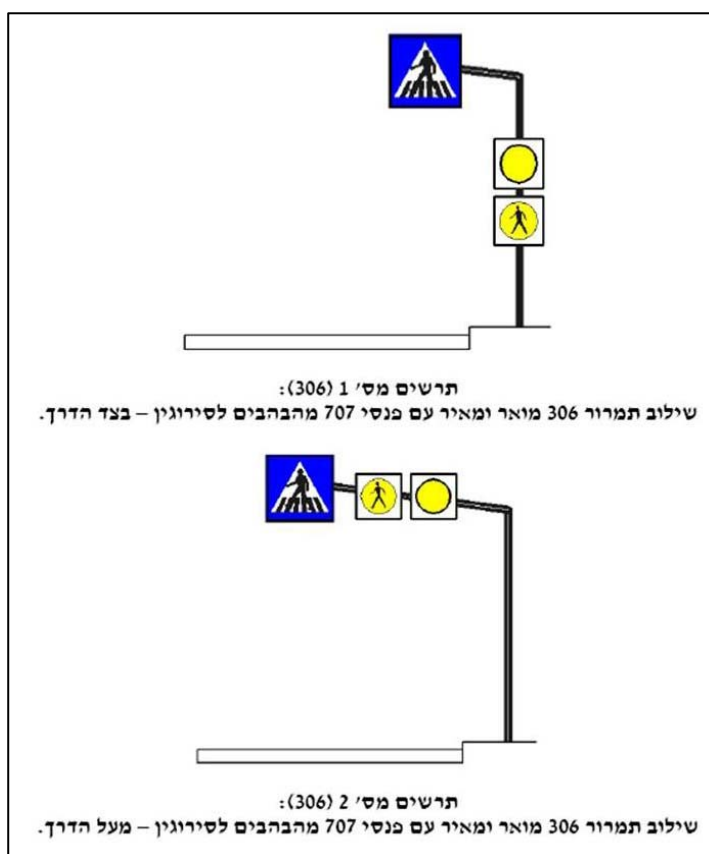
במחקר של הקרט ואחרים (2002) נמצא כי שיפור תשתית מסוג התקנת תמרור ג-7 בקטע דרך עירוני הביא להפחתה מובהקת של 14% בכלל התאונות עם נפגעים.

2.2.9. התקנת תמרורים עיליים פולטי אור ומאירים (ג-7) בשילוב פנסים מהבהבים (ה-8) עם דמות

על פי תקנות והנחיות להצבת תמרורים של משרד התחבורה (1997), לתמרורי ג-7 פולטי אור ומאירים ניתן להצמיד גם פנסים מהבהבים ה-8 (עם דמות הולך רגל) על מנת לגרום להבלטה נוספת של המעבר. על פי טיוטת ההנחיות להצבת תמרורים של משרד התחבורה (2007), פנסים מהבהבים

עם דמות הולך רגל יכולים להיות מוצבים על עמוד התמרור העילי בצד הדרך, ולא רק מעל הנתיב. על פי דו"ח NCHRP500 (2004) שילוב פנסים מהבהבים עם תמרורי מעבר חצייה משפרים את הענות הנהגים למתן זכות קדימה להולכי רגל במעברי חצייה בקטע דרך.

על פי ההנחיות לתכנון עבור הולכי רגל משרד התחבורה (2007), "אם הוחלט להציב ג-7 מואר, יש לשקול אם רצוי גם רמזור מהבהב להולכי-רגל (ה-8). רמזור מהבהב ניתן להתקנה על גבי זרוע בצד התמרור ג-7, ו/או על העמוד שעליו מותקן התמרור המואר.




איור א.8. הנחיות להתקנת תמרורים עיליים פולטי אור ומאירים עם פנסים מהבהבים (מקור טיוטת הנחיות להצבת תמרורים (2007))

שימוש בפנסים צהובים מהבהבים נמצא כמשפר הענות נהגים למתן זכות קדימה להולכי רגל במעברי חצייה בקטע דרך (FHWA, 2000b, 2001; Van Houten et al, 1999b), אולם ההשפעות היו מתונות למדי. ישנן שתי סיבות מדוע פנסים מהבהבים אינם יותר יעילים בהשגת ציות נהגים במעברי חצייה. ראשית, השימוש בפנסים צהובים מהבהבים אינו ספציפי להולכי רגל ולפיכך נהגים עשויים שלא לצפות להולך רגל כאשר הם רואים פנס מהבהב. כמו כן, אין אינדיקציה לכיוון בו הולך הרגל חוצה את הדרך. שנית, אם הפנס מתוזמן להולכי רגל איטיים, לעתים קרובות הולך הרגל סיים לחצות כאשר הנהג מתקרב. לפיכך הנהג עלול להסיק במהירות שהולך הרגל סיים לחצות אם מכונית שעצרה או מכונית חונה חוסמת את ראות הולך הרגל. את הבעיה הראשונה ניתן לפתור באמצעות הוספת דמות הולך רגל לפנסים הנ"ל (Van Houten et al, 1999b). את הבעיה השנייה קשה יותר לפתור.

2.2.10. תמרורים ושלטי אזהרה בהתקרבות למעבר חצייה

הצבת שילוט המספק הוריה, אזהרה, או מידע למשתמשי הדרך אשר מסייע לו לקבל מידע חשוב כדי לדעת למה לצפות, יכול לשפר את הבטיחות. לפי הניסיון האמריקני, תמרורים שמשפיעים על הולכי רגל כוללים תמרורי אזהרה להולכי רגל, תמרורי אזהרה לנהגים, תמרורים שאוסרים פנייה באדום בצומת ושלטי הכוונה. בארה"ב, תמרורים בשטח ציבורי צריכים לעמוד בהנחיות של MUTCD. יש להציב תמרורים ושלטים במקומות בהם קיים סיכון מיוחד, כגון: בהתקרבות למעבר חצייה הממוקם במיקום בו אינו צפוי, בהתקרבות לאזור מיתון תנועה, במקום בו נדרש ויסות או הגבלה, במקום בו נדרשת אזהרה או באזור בו עוברים נהגים רבים שאינם מכירים את הסביבה. במקרים מסוימים, ניתן להשתמש בתמרורים כדי לאסור חציית הולכי רגל במיקום לא רצוי ולכוונם למיקום חצייה בטוח יותר, או כדי להזהיר הולכי רגל מפני תמרונים לא צפויים של כלי הרכב (Harkey and Zegeer, 2004). על פי טיוטת ההנחיות לתכנון תנועת הולכי רגל של משרד התחבורה (2007), כללים לתמרור ולסימון מקומות ומעברי החצייה, התמרור במעבר חצייה עירוני: התמרורים המהותיים ביותר להולכי הרגל הם אלה המסומנים ונקבעים בצידי מעבר החצייה. במקומות חצייה שבהם אין סימון של מעבר חצייה (ד-11) אין להציב כל תמרור אחר. עם זאת ניתן לשקול הוספת תמרורי אזהרה בהתקרבות (כדוגמת א-37).

1. צורת התמרור וצבעו	2. מספרו	3. פירושו	4. כוחו יפה:
	135	מעבר חצייה להולכי רגל בקרבת מקום.	בדרך שלפניך.

איור א.9. תמרור מקדים למעבר חצייה בישראל (מקור טיוטת הנחיות להצבת תמרורים (2007))

במחקר שערכו Retting et al (1996) בשלושה צמתים מרומזרים הותקנו תמרורים מיוחדים להולכי רגל עם המסר "Look for turning vehicles" המלווים בציור של מעבר חצייה. בנוסף, על המיסעה הוספו סימונים עם המסר "Watch turning vehicles". לבחינת השפעת האמצעים, תועדו קונפליקטים בין הולכי רגל לכלי הרכב וכמו כן, נצפתה התנהגות החצייה של הולכי רגל. התצפיות נערכו בתקופה לפני, מיד לאחר ושנה לאחר הכנסת האמצעים לשטח. אחוז הולכי הרגל שלא סרקו את הסביבה בחיפוש אחר הסכנות, כמו גם מספר הקונפליקטים ירד משמעותית בתקופה "אחרי" לעומת "לפני" התקנת האמצעים; שינוי זה נצפה בתנאי התמרור בלבד וכן, בתנאי התמרור והסימון ביחד. כעבור שנה לאחר התקנת האמצעים, נצפו 0 קונפליקטים בהשוואה לכ 2.7 קונפליקטים ל-100 הולכי רגל חוצים בתקופה "לפני".

מחקר, Turner et al (2006), שהוצג לעיל, בדק תרומתם של אמצעים הנדסיים שונים לשיפור בטיחות הולכי רגל במעברי חצייה מסומנים בצמתים לא מרומזרים בעורקי תנועה עמוסים. האפקטיביות של האמצעים הנדסיים נמדדה באמצעות איסוף נתוני הענות נהגים לתת זכות קדימה

עבור הולכי רגל חוצים, ועבור חציות כביש שבוימו ע"י צוות המחקר (איסוף הנתונים בכל אתר התבצע באמצעות מצלמת וידיאו נסתרת). אחד האמצעים היה תמרורי חצייה להולכי רגל שהינם תמרורים רגולטורים המוצבים ברחוב כדי להזכיר למשתמשי הדרך שיש לתת זכות קדימה במעבר חצייה לא מרומזר להולכי רגל אשר התחיל לחצות.

תמרורי חצייה להולכי רגל על רקע פלואורסנטי הכולל: כיתוב "חוק מדינה", תמרוור עצור או תן זכות קדימה, כיתוב "עבור", דמות הולכי רגל, וכיתוב "בתחום מעבר החצייה", נבדקו בשלושה אתרי ניסוי. השפעתם הייתה כלהלן: להולכי רגל מהאוכלוסייה הכללית, ממוצע מתן זכות קדימה ע"י הנהגים היה 90% (טווח 84%-97%); להולכי רגל "מבוימים" אותו המדד היה 87% (טווח 82%-91%).

אמצעי נוסף שנבדק בקטגוריה זו הוא תמרוורים וסימונים בעלי נראות גבוהה סמוך למעבר חצייה עם דמות הולכי רגל ומתחתיה חץ מופנה באלכסון כלפי מטה. תמרוורים וסימונים בולטים הם אמצעי אזהרה לפני או בתוך מעבר חצייה. הם משמשים למשיכת תשומת הלב למעבר החצייה ורבים מהם נכללים ב MUTCD וכפופים לדרישות המצוינות שם. תמרוורים וסימונים בעלי נראות גבוהה נבדקו בשני אתרי ניסוי עם מהירות מותרת 35 mph. ההשפעות שנצפו: להולכי רגל מהאוכלוסייה הכללית ממוצע מתן זכות קדימה ע"י הנהגים היה 20% (עם טווח 4%-35%), להולכי רגל "מבוימים" אותו המדד היה 17% (עם טווח 10%-24%). כמו כן, תמרוורים וסימונים בעלי נראות גבוהה נבדקו באתר ניסוי אחד עם מהירות מותרת 25 mph. באתר זה, ממוצע מתן זכות קדימה ע"י הנהגים היה 91% להולכי רגל מהאוכלוסייה הכללית ו-61% להולכי רגל "מבוימים".

Redmon (2005) מדבר על שימוש בסוג חדש של תמרוורים: תמרוורים גמישים שעשויים מחומר דמוי גומי ומוצבים על עמודים גמישים במרכז הכביש ליד מעבר חצייה. תמרוורים אלה חוזרים למקומם במידה ורכב פוגע בהם. התמרוורים מזהירים נהגים על התקרבותם למעברי חצייה ובכך מזכירים להם על מתן זכות קדימה להולכי רגל. תמרוורים אלה כבר משולבים בסטנדרטים של MUTCD והם נבחנים כעת בשלוש ערים בארה"ב: לאס וגאס, מיאמי וסן פרנסיסקו, באמצעות מחקר מלווה שהוזמן ע"י FHWA.

2.2.11. קו עצירה מקדים למעבר חצייה בדרך חד סטרית דו נתיבית

בדרכים עם מסלולים רב נתיביים, בהם מסומנים מעברי חצייה לא מרומזרים בקטעי דרך, ובצמתים לא מרומזרים במעברי חצייה במסלולים בהם התנועה בעלת זכות קדימה, נוצרים מצבים בהם רכב באחד הנתיבים עוצר סמוך למעבר חצייה כדי לאפשר להולכי רגל לחצות. הרכב שעצר חוסם את שדה הראיה לנהג רכב בנתיב סמוך כך שאינו מבחין בהולכי הרגל החוצה, המוסתר על ידי הרכב שעצר. תאונת דריסת הולכי רגל במצב כזה נקראת "Multiple-threat", בתרגום: "תאונת איום מוכפל".

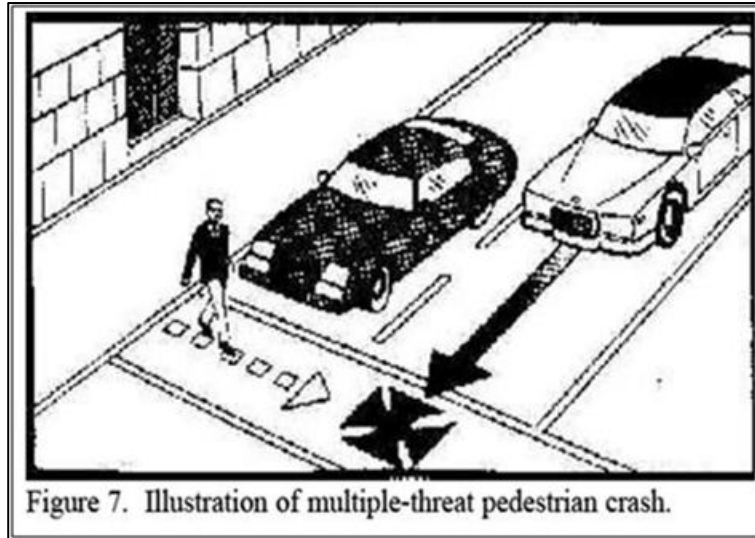


Figure 7. Illustration of multiple-threat pedestrian crash.

איור א.10. תאור "תאונת איום מוכפל",

(מקור Zegeer (2001))

במספר מדינות נהוג לסמן קו עצירה לרכב לפני מעבר חצייה לא מרומזר הנמצא בקטע דרך (ארה"ב, קנדה). כדי למנוע תאונה מסוג "איום מוכפל", ניתן להרחיק את קו העצירה לכלי רכב ממעבר החצייה כדי להבטיח שנהגים בכל הנתיבים יבחינו בהולך הרגל החוצה. יש להוסיף שלט עם הסבר לנהג, שיש לעצור לפני קו העצירה המקדים, כאשר נותנים זכות קדימה להולך רגל החוצה במעבר החצייה. מרחק הקדמת קו העצירה בין 7 מ' לבין 16 מ'. אם קו העצירה מסומן רחוק מידי בהתקרבות למעבר החצייה, הנהגים עשויים להתעלם ממנו (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

Van Houten and Malenfant (1999) מצאו כי שימוש בשלט "Stop Here For Pedestrians" לבד הפחית את מספר הקונפליקטים בין נהגים להולכי רגל ב 67%. עם הוספת קו עצירה מקדים, מספר הקונפליקטים פחת ב 90% בהשוואה למצב לפני הטיפול.

שימוש בקו עצירה מקדים ושילוט נמצא כמפחית את מספר הקונפליקטים בין הולכי רגל לנהגים בכמעט 80% במעבר חצייה ברחוב עירוני עם שישה נתיבי נסיעה (Van Houten, 1988).

במחקר שנערך ב Nova Scotia שבקנדה (Harkey and Zegeer, 2004), חולקו אקראית 24 מעברי חצייה לשתי קבוצות: ניסוי וביקורת. לאחר תקופה של מדידת המצב לפני, הותקנו ב- 12 רחובות קווי עצירה מקדימים ושלטי "YIELD HERE FOR PEDESTRIANS" במרחק של 7-20 מטר לפני מעבר החצייה, כאשר 12 מעברי החצייה הנותרים שימשו כקבוצת ביקורת. כל אחד מהרחובות שנכלל במחקר כלל מספר נתיבים בשני הכיוונים או מספר נתיבים ברחוב חד-סטרי. המהירות המותרת הייתה 48 קמ"ש, אולם בחלק מהרחובות המהירות בפועל הייתה 65 קמ"ש. הרחובות שנבחרו ממוקמים בקונטקסט עירוני ופרברי. סימוני קווי העצירה המקדימים והשילוט הגדילו את אחוז הנהגים שנתנו זכות קדימה להולכי רגל והורידו את אחוז הקונפליקטים בין הולכי רגל לרכבים בכל 12 האתרים. עבור מעברי החצייה בקבוצת הביקורת, לא חל כמעט שינוי במתן זכות קדימה ע"י נהגים בבדיקה לפני/אחרי. אולם, בכל מעברי החצייה שטופלו, הענות נהגים למתן זכות קדימה להולכי רגל עלתה מ כ-75%-70% לכ- 85%-80%. בנוסף, אחוז הקונפליקטים בין

רכבים להולכי רגל נשאר כמעט קבוע באתרי הביקורת, אולם ירד מבערך 10-15 קונפליקטים בכל 100 חציות לפחות מ-5 קונפליקטים בכל 100 חציות במעברי החצייה שטופלו. בדיקה חוזרת אחרי 6 חודשים הראתה שלא הייתה ירידה באפקטיביות הטיפול.

מחקרים הראו כי הפחתת אפקט המיסוך היוזואלי ע"י התקנת קו עצירה מקדים, מקטין בצורה משמעותית את הקונפליקטים בין רכבים והולכי רגל במעברי חצייה. דווח על ירידה של בין 76% ל-77% במספר הקונפליקטים (Van Houten et al., 2003, 2001c).



איור א.11. קנדה: קו עצירה מקדים לפני מעבר חצייה לא מרומזר

2.2.12. התקנת סמנים מחזירי אור לרוחב מעבר חצייה

אמצעי להבלטה נוספת של מעבר החצייה לעיני נהגים. מהות האמצעי: התקנת סמנים מחזירי אור על פני המיסעה לרוחב מעבר חצייה. סמנים אלה מחזקים סימון של מעבר חצייה, בייחוד בלילה. אורך החיים של הסמנים מחזירי האור קצר, ונדרשת תחזוקה שלהם. על פי טיוטת ההנחיות להצבת תמרורים (2007) של משרד התחבורה, "היות וסמנים בולטים מעל פני המיסעה, הם עלולים להוות במצבים מסוימים, מטרד לרכב דו-גלגלי ו/או להולכי רגל. לפיכך ניתן להתקנם, בהתאמה, רק בסימונים עליהם לא אמורים להיות כלי רכב דו-גלגלי או הולכי רגל. במגמה לעשות שימוש ביתרונות של הסמנים מבלי לגרום מטרדים אלה, ניתן להתקין סמני אור כחיזוק והבלטה לסימונים המתפרסים ל"אורך" כביש ואין להתקנם בסימונים ל"רוחב" הנתיבים, או בסמוך לצירי ההליכה של הולכי הרגל".

אמצעי זה הותקן בעבר בארץ, אין ממצאים כמותיים על השפעת האמצעי על בטיחות הולכי רגל.

2.2.13. התקנת סמנים פולטי אור במיסעה לרוחב מעבר חצייה

אמצעי להבלטת נוספת של מעבר החצייה לעיני נהגים. מהות האמצעי: התקנת סמנים פולטי אור, הפועלים בלילה, על פני המיסעה לרוחב מעבר חצייה. סמנים אלה מחזקים סימון של מעבר חצייה, יותר מסמנים מחזירי אור, והשפעתם ניכרת בייחוד בלילה. אורך החיים של הסמנים פולטי האור

קצר, ונדרשת תחזוקה שלהם. על פי טיוטת ההנחיות להצבת תמרורים (2007) של משרד התחבורה, "היות וסמנים בולטים מעל פני המיסעה, הם עלולים להוות במצבים מסוימים, מטרד לרכב דו-גלגלי ו/או להולכי רגל. לפיכך ניתן להתקינם, בהתאמה, רק בסימונים עליהם לא אמורים להיות כלי רכב דו-גלגלי או הולכי רגל". יש לציין כי קיימים סמנים פולטי אור הבולטים רק במילימטר אחד מעל פני המיסעה, ולכן לא קיימת לגביהם מגבלה זאת.

אמצעי זה הותקן בעבר בארץ, אין ממצאים כמותיים על השפעת האמצעי על בטיחות הולכי רגל.

2.2.14. התקנת מעבר חצייה "חכם" עם סמנים פולטי אור במיסעה לרוחב מעבר חצייה

שיפור נוסף במעבר חצייה לא מרומזר הוא התקנת סמנים פולטי אור במיסעה משני צידי מעבר החצייה, כך שהם מופנים כלפי התנועה שמגיעה; סימון זה של מעבר חצייה אושר בארה"ב (MUTCD, 2003). המערכת מופעלת על ידי הולך הרגל באמצעות לחיצה על כפתור או באמצעות גילוי ממערכת אוטומטית. בזמן ההפעלה האורות מתחילים להבהב בקצב קבוע ומזהירים את הנהג שהולך רגל נמצא בקרבת מעבר החצייה שמלפנים. סמנים פולטי אור במיסעה בדרך כלל כוללים תאורה מסוג LED Strobe בסימוני מיסעה מוגבהים (NCHRP500, 2004). המערכת מגבירה את המודעות להולכי רגל באמצעות הארת מעבר החצייה ובכך מושכת את תשומת הלב של הנהג. מערכת מופעלת רק כשהולך רגל חוצה, ולכן הנהג לומד לקשר את הסמנים עם הצורך להאט ולתת זכות קדימה להולכי רגל במעבר חצייה. הסמנים מספקים אזהרה לנהגים הנמצאים בנתיבים השמאליים של דרך עם 4 נתיבים, אפילו כאשר מעבר החצייה והנתיב הקרוב למדרכה מוסתרים על ידי כלי רכב אחרים (Redmon, 2005).

החיסרון שבהתקנת הסמנים הוא שבדרך כלל רק כלי הרכב הראשון בשירה רואה את הסמנים. בנוסף, הסמנים לא מראים את כיוון החצייה של הולך הרגל או האם הולכי רגל חוצים משני צידי הדרך (NCHRP500, 2004). יתרון משמעותי של מערכת הטמונה במיסעה הוא שאין הפרעה לזרימת התנועה בדרך, כיוון שהמערכת מאפשרת לנהגים להמשיך לנסוע אם אין הולכי רגל במעבר החצייה (Evans, 1999).



איור א.12. ארה"ב: סמנים פולטי אור במיסעה מופעלים על ידי הולך רגל

הקרט, גיטלמן ובן-שבת (2000) בחנו שני דגמים של מעבר חצייה משוכלל, בתנאי הארץ. מעבר חצייה "חכם" כלל: מערכת גלאים לזיהוי הולכי רגל בקרבת המעבר ומערכת התרעת נהג על הימצאות הולך הרגל, ע"י הדלקת פנסים שמוטמנים בפני המיסעה לרוחב מעבר החצייה. הניסוי העריך את השפעת ההתקנים על רמת הבטיחות של הולכי הרגל בשטח המעבר, בהתבסס על מדדים התנהגותיים של הנהג והולך הרגל באזור המעבר, וכמו כן, בחן את רמת האמינות של ההתקנים ואת תפקודם בתנאי השטח. במסגרת הניסוי המערכות הותקנו בארבעה אתרים: 2 בחיפה (דגם ARMS-Active Road Marking System for Road Safety) ו-2 בבת ים (דגם "הרקולס"). בכל אתר נערכו מספר סבבים של תצפיות שטח (אחד "לפני" ושניים "אחרי"), כאשר שינויים בהתנהגות משתמשי הדרך בעקבות התקנת המערכת נבחנו באמצעות השוואת מדדי התנהגות שהתקבלו בתקופה "אחרי" לעומת התקופה "לפני". מדדי ההתנהגות שנבחנו היו: מהירויות הנסיעה, מתן זכות קדימה להולך רגל ע"י הנהגים, רמת הקונפליקטים בין הולכי רגל וכלי רכב בשטח המעבר, שיעור הולכי רגל החוצים לא בשטח המעבר ורמת ההקפדה של הולכי הרגל על כללי התנהגות בטוחים בשטח המעבר. מהממצאים עולה כי, בתנאים מסוימים, המערכת יכולה להביא לירידה של 2-5 קמ"ש במהירויות הנסיעה באזור המעבר; לעלייה בשיעור מתן זכות קדימה להולך רגל בשטח המעבר; להפחתת שיעור הקונפליקטים בשטח המעבר עד לרמה נמוכה ביותר - פחות מ-1%; ולצמצום בשיעור של חצייה לא חוקית - לא בשטח המעבר, עד כ-10%. כמו כן, למעברי החצייה החדשים לא נמצאה השפעה שלילית על הרגלי ההתנהגות של הולכי הרגל בשטח מעבר החצייה (הכללים לעצור ולבדוק את מצב התנועה בדרך, לפני החצייה). יחד עם זאת, שני הדגמים לא הוכיחו את עצמם כמוכנים לתפקוד בתנאי השטח. עפ"י רוב הממצאים, נמצא כי דגם ARMS הוכיח את השפעתו החיובית על התנהגות משתמשי הדרך בשטח המעבר כאשר לגבי דגם "הרקולס" נקבע צורך במעקב נוסף. בדיקת אמינות המערכות בתנאי תפקוד תקין הראתה שאזעקות שווא אינן אופייניות להן, כלומר, כאשר המערכת מתפקדת כראוי, ההבהוב מתחיל אך ורק כאשר הולך רגל עומד לחצות את הדרך. על סמך ממצאי המחקר לא ניתן להציע הצדק כמותי להתקנת מעבר החצייה מהסוג הנבדק עפ"י שיקולים בטיחותיים. לגיבוש הצדק מסוג זה דרוש מעקב לטווח זמן ארוך יותר ובהיקף מערכתי יותר. על סמך ממצאי המחקר, ההמלצות לתנאי התקנת המערכת היו כלהלן:

1. המערכת מומלצת להתקנה בקטעי דרך ולא בצמתים.
2. מעבר חצייה זה מומלץ להתקנה בשטח עירוני (ברחובות עורקיים ובמרכזי ערים).
3. המערכת מומלצת להתקנה במקום מעבר חצייה לא מרומזר כאשר תנאי האתר עונים לדרישות של אחד משני במקרים הבאים:
מקרה 1: באתר, במהלך היום קיימת תנועה ערה של הולכי רגל; מהירויות ממוצעות של כלי הרכב ברחוב זה עולות על 30 קמ"ש; קיים שיעור נמוך של מתן זכות קדימה להולך רגל על ידי נהגי כלי רכב בשטח המעבר.
מקרה 2: באתר מתקיימת תנועה בינונית של הולכי רגל אך האתר מתאפיין בשיעור משמעותי של קונפליקטים בתקשורת הולך רגל - נהגי כלי רכב בשטח המעבר או בשיעור גבוה של הולכי רגל אשר חוצים את הדרך שלא בשטח המעבר; מהירויות ממוצעות של כלי

הרכב ברחוב זה עולות על 30 קמ"ש; קיים שיעור נמוך של מתן זכות קדימה להולך רגל ע"י הרכבים בשטח המעבר.

Evans (1999) מציג את הממצאים ממחקר שנערך בארה"ב בו הותקנה מערכת התראה במעבר חצייה הנקראת Smart Crosswalk והמשתמשת בטכנולוגיית LED. מרכיבים של המערכת היא יחידות LED בצבע ענבר המותקנים במיסעה משני צידי מעבר החצייה כך שהם מופנים כלפי התנועה שמגיעה. שני עמודי הפעלה אוטומטיים ניצבים בכל קצה של מעבר החצייה להפעלת המערכת (יש אפשרות גם לכפתור הנלחץ ע"י הולך הרגל להפעלת המערכת). המערכת מופעלת רק כאשר הולך רגל יורד למעבר החצייה. לאחר שהולך הרגל החליט שבטוח לחצות, הולך הרגל שובר סיגנל של קרן אינפרא-אדומה העובר בין שני העמודים. הקרן חשה את כיוון התנועה ורושמת את יציאת הולך הרגל ממעבר החצייה. הלדים מהבהבים בשני הכיוונים לרוחב הכביש בקצב הנקבע לזיהוי מקסימאלי ע"י נהגים מתקרבים. תזמון ההבהוב נקבע ביחידת הבקרה כדי לאפשר מספיק זמן להולך הרגל לחצות את הדרך (תלוי ברוחב הכביש). בנוסף מוצב תמרור הולך רגל סטנדרטי ותמרור הולך רגל נוסף ממוקם לידי העמודים בכניסה למעבר החצייה. לתמרור הנוסף יש שלוש מערכות לדים מהבהבות בצבע ענבר המספקות התרעה נוספת לנהגים שמעבר החצייה נמצא בשימוש. המערכת נבחנה ב 6 אתרים במדינת קליפורניה. הערכות בלתי תלויות באתרים השונים הראו כי אחוז הנהגים הנותנים זכות קדימה להולכי רגל במעבר החצייה גדל מ- 30% ל- 58% במהלך שעות היום וגדל מ- 13% ל- 71% במהלך שעות הלילה. מרחק העצירה של כלי רכב בהתקרבות למעבר חצייה גדל ב- 23% במהלך שעות היום וב- 70% במהלך שעות הלילה. לפי Evans (1999) מערכות התרעה מסוג זה יעילות במעברי חצייה בקטעי דרכים בהם 100 או יותר הולכי רגל חוצים מדי יום וכמו כן, במעברי חצייה לא מבוקרים בצמתים.

במחקר שנערך בקליפורניה לשיפור בטיחות הולכי רגל באזור בית ספר הותקנו שתי מערכות IRWL אשר כוללות סמנים פולטי אור הלוגן רב עוצמה המותקנים בשני צידי מעבר החצייה ומכוונים לעיני נהג המתקרב למעבר (Harkey and Zegeer, 2004). בעזרת חיישני הולכי רגל הפועלים בשיטת גל קצר (microwave), לזיהוי אוטומטי של הולך רגל. עם התקרבות הולך רגל נכנסים הסמנים פולטי האור לפעולה למשך 30-40 שניות. בנוסף הותקנו באזור בית ספר תמרורי הגבלת מהירות ל- 40 קמ"ש בתוספת פנס צהוב מהבהב. בדיקה לפני/אחרי הראתה הפחתה במהירות אחוזן 85 מ- 58 קמ"ש ל- 53 קמ"ש. הפחתה במהירות החציון מ- 50 קמ"ש ל- 43.5 קמ"ש. ההוספה של פנסים מהבהבים לתמרורי הגבלת המהירות הגבירה את האפקטיביות של מערכת ה IRWL ע"י משיכת תשומת הלב של הנהג למעבר החצייה ובכך תרמה להפחתת המהירות. בנוסף, מספר תאונות כלי רכב פחת מ- 11 לשנה לפני הפרויקט ל- 7 תאונות בשנה שלאחר מכן. כל האפקטים נמוכים.

מחקר, Turner et al (2006), שהוצג לעיל, בדק תרומתם של אמצעים הנדסיים שונים לשיפור בטיחות הולכי רגל במעברי חצייה מסומנים בצמתים לא מרומזרים בעורקי תנועה עמוסים. אחד הקטגוריות של האמצעים הנבדקים היה: "אמצעים המופעלים על ידי נוכחות". אחד האמצעים בקטגוריה זאת היה סמנים פולטי אור המוצבים במיסעה שבאזור במעבר החצייה. הסימנים מופעלים בהבהוב על ידי הולכי הרגל, ופועלים עד סיום החצייה. תוצאות שהתקבלו מסקר ספרות על סמנים

פולטי אור במיסעה הצביעו על היענות ממוצעת של 66% של נהגים, לתת זכות קדימה להולכי רגל (טווח היענות 8%-100%).

אמצעי נוסף שנבדק בקטגוריה זו הוא פנסים מהבהבים בצבע צהוב הממוקמים מעל מעבר החצייה באמצעות עמודים עם זרועות. הפעלת הפנסים המהבהבים מתבצעת על ידי הולך הרגל באמצעות כפתור הפעלה או באמצעות טכנולוגיית גילוי פסיבית כמו סנסורים או וידיאו. אמצעי זה כפוף לדרישות של ה-MUTCD. האפקטיביות של האמצעים ההנדסיים נמדדה באמצעות איסוף נתוני הענות נהגים לתת זכות קדימה עבור הולכי רגל חוצים מהאוכלוסייה הכללית, ועבור חציות כביש שבוימו ע"י צוות המחקר. להולכי רגל מהאוכלוסייה הכללית, בארבעה אתרי ניסוי, ממוצע ההיענות למתן זכות קדימה היה 49% (טווח היענות 38%-62%) ובשלושה אתרי ניסוי להולכי רגל מבוימים, ממוצע ההיענות היה 47% (טווח היענות 29%-73%). פנסים צהובים מהבהבים המופעלים ע"י טכנולוגיית גילוי פסיבית נבדקו בשלושה אתרי ניסוי להולכי רגל מהאוכלוסייה הכללית. ממוצע ההיענות למתן זכות קדימה היה 67% (טווח היענות 61%-73%). בשני אתרי ניסוי להולכי רגל מבוימים ממוצע ההיענות היה 31% (טווח היענות 25%-43%).

מחקרים נוספים שנערכו בארה"ב הראו כי שימוש במערכת IRWL מגדיל את מתן זכות הקדימה להולכי רגל ע"י נהגים ומקטין את מהירות ההתקרבות למעבר חצייה (Boyce and Van Derlofske, 2002; Rousseau, Tucker and Do, 2004).

2.2.15. התקנת פנס חכם דמוי עיניים זזות במעבר חצייה

שיפור נוסף במעבר חצייה לא מרומזר הוא התקנת פנסים מיוחדים משני צידי המעבר המיועדות לנהגים. הפנסים מופעלים כאשר הולך הרגל לוחץ על הכפתור לחציית הכביש או כאשר מתקן אוטומטי מזהה את הולך הרגל. בפנסים המופעלים תצוגות של עיניים מונפשות, המשוטטות מצד לצד ומזהירות נהגים מפני הנוכחות של הולכי רגל במעבר חצייה. התצוגה כוללת גם סימון של כיוון חציית הולך הרגל. התצוגה מופעלת. לעתים מופיעה דמות של הולך רגל מצד ימין או שמאל ע"ג התצוגה כדי לציין מאיזה כיוון חוצה הולך הרגל. (NCHRP500, 2004; Redmon, 2005).

הצבת שלטי הולכי רגל אלקטרוניים LED מעל מעבר חצייה, עם תצוגת עיניים מונפשות אשר מראים לנהג את כיוון החצייה של הולך הרגל נבדקה במחקרים. המחקרים הראו כי האמצעי יעיל להגברת התנהגות מתן זכות קדימה של נהגים (Nee and Hallenbeck, 2003; Van Houten et al, 1999a). מחקר אחד השווה תצוגה זו עם פנס צהוב מהבהב באתר שבו הותקנו שני האמצעים. הממצאים הראו כי אחוז הנהגים שנתנו זכות קדימה להולכי רגל היה תמיד גבוה יותר במקרים בהם הופעלה התצוגה האלקטרונית מאשר במקרים בהם הופעל הפנס הצהוב המהבהב (Van Houten et al., 1999a).

מחקר שנערך בפלורידה בחן את היעילות של טכנולוגיה זו ע"י התקנת תצוגת LED הכוללת עיניים מונפשות ודמויות הולך רגל בשני מיקומים: מעבר חצייה בקטע דרך דו סטרי עם 4 נתיבים, וברמפת יציאה מחניון (היציאה מהחניון חוצה מדרכה, לדרך חד סטרית עם 4 נתיבים). בשני האתרים מהירות מותרת 48 קמ"ש ונפח תנועה גבוה. בקטע הדרך, פעילות החצייה של הולכי רגל הייתה כ-70 לשעה. השלט כלל זוג עיניים מונפשות הממוקמות בין שתי דמויות של הולך רגל. גלאים הפועלים בשיטת

מיקרוגל (microwave), שימשו לגילוי אוטומטי של נוכחות הולך הרגל וכיוון החצייה שלו. כאשר התגלה הולך רגל המתקרב מכיוון אחד, דמות הולך הרגל באותו כיוון הוארה והעיניים המונפשות הסתכלו מצד לצד בקצב של מחזור אחד בשנייה. כאשר הולכי רגל התגלו כמתקרבים משני הכיוונים, שתי דמויות הולך הרגל הוארו. התצוגה האלקטרונית בשני האתרים תרמה משמעותית להגדלת מתן זכות קדימה ולהפחתת הקונפליקטים בין רכבים והולכי רגל. לפני התקנת תצוגת העיניים, פחות מ-21% מהנהגים נתנו זכות קדימה ולאחר ההתקנה 50%-70% מהנהגים נתנו זכות קדימה. באחד האתרים נבדקה גם הענות לפנס צהוב המהבהב. העיניים המונפשות היו יעילות יותר בהגברת מתן זכות קדימה בהשוואה לפנס הצהוב המהבהב: 62% מהנהגים נענו לתצוגת העיניים המונפשות לעומת 36% היענות לפנס הצהוב המהבהב. נתונים שנאספו כשנה לאחר מכן הראו שאין ירידה ביעילות האמצעי לאורך זמן (Harkey and Zegeer, 2004).

תצוגות של עיניים מונפשות עבור נהגים נבחנו במחקר שעורך ה FHWA בלאס וגאס ומיאמי כדי להעריך האם הן עוזרות להזהיר נהגים לנוכחותם של הולכי רגל במעבר החצייה (Redmon, 2005).



איור א.13. ארה"ב: פנס LED דמוי עיניים זזות המראה לנהג נוכחות וכוון חצייה של הולך רגל

2.2.16. התקנת תאורה חכמה במעבר חצייה

שיפור נוסף במעבר חצייה לא מרומזר הוא התקנת תאורת LED (light-emitting diode) בעוצמה גבוהה מעל מעברי חצייה. התאורה מופעלת רק בזמן חצית הולכי רגל. הפעלת התאורה מתבצעת על ידי הולך הרגל הלוחץ על לחצן, או באמצעות מתקן אוטומטי המזהה את הולך הרגל. התאורה, בעוצמה גבוהה, נשארת דלוקה כל עוד הולכי רגל נמצאים במעבר החצייה (Redmon, 2005).

מחקר שנערך ע"י ה FHWA בלאס וגאס ומיאמי אשר בחן תאורה חכמה במעבר חצייה, הראה שעלייה פתאומית בעוצמת התאורה, מזהירה נהגים, על הימצאות הולכי רגל במעבר החצייה ביעילות רבה יותר, בהשוואה לשימוש בתאורה בעוצמה רציפה. תאורה מיוחדת שמופעלת רק כאשר נוכח הולך רגל מספקת איתות יעיל לנהג בלילה (Redmon, 2005).

2.2.17. בניית מעבר עילי או תחתי להולכי רגל

מעברים עיליים ותחתיים מאפשרים הפרדה מוחלטת של זרימת הולכי הרגל מתנועת כלי רכב. אולם, הם צריכים להיות המוצא האחרון ויותר נכון להשתמש באמצעים למיתון התנועה או להתקין רמזור שמופעל ע"י הולך רגל שנגיש לכל הולכי הרגל. זהו גם אמצעי יקר מאד, דורש זמן רב ליישום ומפריע ויזואלית. שימוש באמצעי זה מתאים בכבישים ראשיים ועורקי תנועה מהירים ועמוסים, פסי

רכבת או מחסומים טבעיים. במיוחד רלוונטי במיקומים עם נפח גדול של הולכי רגל (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

במעברים תחתיים יש לדאוג לתאורה, ניקוז, הסרת גרפיטי ובטחון. במעברים עיליים, יש לדאוג לגישה לכל האנשים ולשם כך יש לדאוג לרמפות או מדרגות/מעליות. שימוש נרחב ברמפות יענה על הצרכים של אופניים וכיסאות גלגלים אבל יוביל למרחקי חצייה גדולים ושיפועים תלולים שגורמים לחוסר שימוש. מדרגות או מעלית בנוסף לרמפה יגדילו את השימוש בעוד הם מקטינים את זמן החצייה. מעברים עיליים עובדים טוב יותר כאשר הטופוגרפיה מאפשרת מבנה ללא רמפות (מעבר עילי מעל כביש מהיר שקוע). מעברים תחתיים עובדים טוב כאשר הם מתוכננים להרגיש פתוחים ונגישים. לעתים קרובות נעשה שימוש בגדרות ומחסומים אחרים כדי לתעל הולכי רגל להשתמש במעברים עיליים או תחתיים. אולם, לא תמיד הם יעילים כיוון שהולכי רגל חותכים את הגדרות או הולכים מסביבם וחוצים בצמתים (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

במחקר של הקרט אחרים (2002) נמצא כי שיפור תשתית מסוג הקמת מעבר עילי להולכי רגל בקטע דרך בינעירוני הביא להפחתה מובהקת של 59% בתאונות הולכי רגל.

מחקרים הראו שהולכי רגל רבים לא ישתמשו במעברים עיליים או תחתיים, אם הם יכולים לחצות במפלס הדרך במשך זמן זהה או קצר יותר (Moore and Older, 1965; Bowman, Fruin and Zegeer, 1988). Moore and Older (1965) מצאו שרוב הולכי הרגל ישתמשו במעבר עילי אם משך זמן ההליכה לשימוש במעבר העילי זהה או קטן מחצייה במפלס הדרך. אולם, אם משך זמן ההליכה בשימוש במעבר העילי ארוך ב- 50% מאשר חצייה במפלס הדרך, כמעט אף הולך רגל לא ישתמש במעבר העילי.

מניתוח מסכם של 2 מחקרים שנערכו ביפן ע"י Elvik and Vaa (2004), אשר בדקו שינויים בתאונות באתרים בהם בוצעה הפרדה מפלסית בין דרך וחציית הולכי רגל, עולה כי הפרדה המפלסית גרמה להפחתה ממוצעת של 82% בתאונות פגיעה בהולכי רגל. תוצאה זו הייתה מובהקת עם רווח סמך של (-69%; -90%). נמצאה הפחתה ממוצעת של 9% עם רווח סמך של (+15%; -29%) לתאונות כלי רכב עם נפגעים, ולכלל התאונות, הפחתה ממוצעת של 30% עם רווח סמך של (-44%; -13%).

2.3. הסדרים לאורך דרך

אלמנטים תכנוניים ותפעוליים של הדרך משפיעים על היכולת של הולכי רגל לחצות רחוב בבטיחות ובקלות. אלמנט גיאומטרי כמו רוחב הדרך משפיע על הזמן הנדרש לחצות את הרחוב, בעוד פרמטר תפעולי כמו כיוון התנועה (רחוב חד-סטרי לעומת דו-סטרי) משפיע על מספר הקונפליקטים הפוטנציאליים בין נהגים להולכי רגל שחוצים את הדרך.

טבלה א.6. כוללת את רשימת ההסדרים לאורך דרך לשיפור בטיחות הולכי רגל.

טבלה א.6: הסדרים לאורך דרך

2.3.1	הצרת מיסעה ע"י הצרת רוחב הנתבים
2.3.2	הצרת מיסעה ע"י צמצום מספר הנתבים
2.3.3	שיפורים בדרכי גישה לבתים

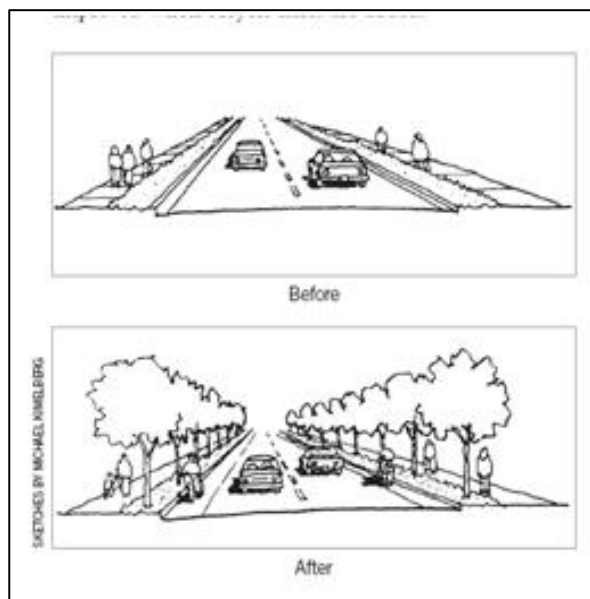
2.3.4	הקמת מפרדות
2.3.5	שינוי הסדרים דו סטריים לחד סטריים

2.3.1. הצרת מיסעה ע"י הצרת רוחב הנתיבים

הצרת רוחב הנתיב (ל- 3.0 מ' או 3.4 מ'), ושימוש בשטח העודף לאחד מהאמצעים הבאים: נתיב חניה, המופסק באוזניים; בניית מדרכה או הרחבת מדרכה קיימת; הסדרת רצועת גינון; סימון שול; סימון נתיב אופניים. שימוש בכל אחד מאמצעים אלו, הגורמים להצרת נתיבי הנסיעה, גורם להפחתת מהירות הנסיעה של כלי הרכב. מהירות נמוכה של כלי רכב קשורה למרחקי עצירה קצרים יותר. בנוסף, נהגים הנוסעים במהירות נמוכה נותנים זכות קדימה להולכי רגל בסבירות גבוהה יותר. הורדת מהירות כלי הרכב מביאה לירידה בשיעור תאונות הולכי רגל. הצרת נתיבים נדרשת במידה נפח ו/או מהירות כלי הרכב גבוהים. אסטרטגיה זו בד"כ מיושמת בקטע דרך בעל אורך משמעותי. (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

הצרת מיסעה או נתיב צריכה להתחשב בצורך לשרת משאיות ואוטובוסי ביה"ס ולספק גישה לרכבי חירום. בדרכים רב נתיביות רצוי להצר רק את הנתיבים השמאליים ולהשאיר את הנתיבים הימניים רחבים לשימוש על ידי כלי רכב גדולים. בתהליך קבלת ההחלטות חשוב לכלול את כל האזור, כאשר שוקלים אמצעים להצרת המיסעה, כדי לקבל מידע מכל האזור המושפע וכדי למנוע הקרבת רמת הבטיחות ברחוב אחד של השכונה על חשבון אזור אחר עקב הסטת התנועה לרחובות אחרים (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

במחקר של הקרט ואחרים (2002), נבדקה השפעת הצרת רחוב באמצעות התקנת נתיבי חנייה עם אוזניים, ברחובות מאספים וברחובות מקומיים עם הצרה חד צדדית ודו צדדית. ברחובות מאספים הושאו מהירויות נסיעה ברחובות עם הצרת נתיב בשכונות שבהם קיימים אמצעי ריסון נוספים, למהירויות נסיעה ברחובות מאספים בשכונות עם אמצעי ריסון ללא הצרת נתיב (רחובות ביקורת סוג 2), ורחובות מאספים בשכונות ללא אמצעי ריסון וללא הצרת נתיבים (רחובות ביקורת סוג 3). נמצא שממוצע מהירויות ברחובות עם הצרת נתיב היה 44.9 קמ"ש בהצרה דו צדדית, ו- 45.6 קמ"ש בהצרה חד צדדית. ברחובות ביקורת סוג 2 ממוצע מהירויות היה 47.7 קמ"ש, ההבדל אינו מובהק, $p=0.055$ לגבי הצרות חד צדדית, ו- $p=0.133$ להצרות דו צדדית. לעומת זאת, ברחובות ביקורת מסוג 3, ממוצע מהירויות היה 53.3 קמ"ש, גבוה באופן מובהק $p<0.0001$ להצרות חד צדדית ו- $p=0.00029$ לגבי הצרות דו צדדית. ברחובות מקומיים הושאו מהירויות הנסיעה ברחוב חד סטרי עם הצרות דו צדדית למהירויות נסיעה ברחוב חד סטרי ללא הצרות בשכונה ללא אמצעי ריסון אחרים (רחוב ביקורת סוג 3). נמצא שממוצע מהירויות ברחוב עם הצרת נתיב דו צדדית היה 45.6 קמ"ש. לעומת זאת, ברחוב ביקורת מסוג 3 ממוצע מהירויות היה נמוך יותר, 41.6 קמ"ש, עם רמת מובהקות $p=0.0048$. הדבר קשור ככל הנראה לעובדה כי נתיב הנסיעה ברחוב המקומי המוצר על ידי נתיבי חנייה היה רחב יותר בהשוואה לנתיב הצר ברחוב הביקורת.

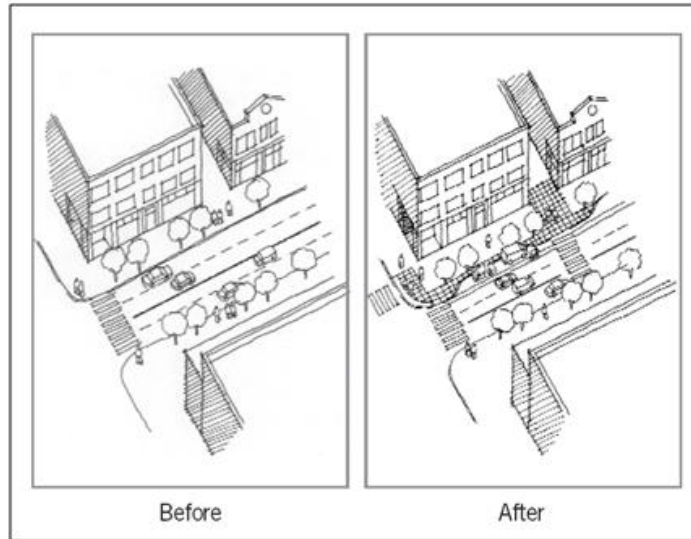


איור א.14. הצרת נתיבים: לפני ואחרי (מקור Harkey and Zegeer, 2004)

2.3.2. הצרת מיסעה ע"י צמצום מספר הנתיבים

קיימות דרכים בהן מספר נתיבי תנועה רב מהנחוץ וקשה לחצות אותן בגלל רוחבן. צמצום מספר הנתיבים בדרך רב-נתיבית מקצר את מרחק החצייה עבור הולכי רגל, ובצומת מרומזר עוזר ביעול תזמון הרמזור ועשוי להאט את מהירות כלי הרכב. לפני צמצום מספר הנתיבים יש להתחשב בקיבולת הכביש ובאספקטים נוספים של בטיחות. ניתוח של רמת השירות עבור צמתים לא צריך להכתיב את התכנון עבור כל אורך הרחוב. למשל, דרך דו-סטריט בעלת 4 נתיבים, ללא הפרדה, יכולה להיפך לדרך דו-סטריט עם נתיב אחד בכל כיוון ועם נתיבי פנייה שמאלה סמוך לצמתים. רוחב הנתיב שנחסך לאורך הדרך, יכול לשמש למפרדה בנויה, או מדרכה להולכי רגל, או נתיבי אופניים, או רצועת גיבון להפרדת המדרכה מנתיבי הנסיעה (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500,) (2004).

הצורך בשיפור מסוג זה נפוץ בדרכים עירוניות רב נתיביות בארה"ב, בהן אין מפרדות בנויות ואין נתיבי המתנה לפניות שמאלה בצמתים לא מרומזרים. נראה שבארץ לא רבים הם המקרים בהם קיימות דרכים בהן מספר נתיבי תנועה רב מהנחוץ, ולכן השימוש באמצעי זה יהיה נדיר למדי.



איור א.15. צמצום נתיבים: לפני ואחרי (מקור Harkey and Zegeer, 2004)

2.3.3 שיפורים בדרכי גישה לבתים

דרכי גישה לבתים לאורך רחוב מהוות בעיה בטיחותית. ברחובות עורקיים מומלץ לא לאפשר חיבורים לדרכי גישה לבתים. מומלץ לאפשר דרכי גישה לבתים רק ברחובות מקומיים ומאספים. על פי Elvik and Vaa (2004) ככל שנפח התנועה בדרך הראשית עולה, לצפיפות נתונה של דרכי גישה לקטע דרך, רמת הסיכון למעורבות בתאונה, עולה. מספר סוגי עיצוב דרכי גישה לבתים עלולים לגרום לבעיות בטיחות ונגישות עבור הולכי רגל, כולל דרכים רחבות ו/או משופעות במידה מוגזמת, דרכי גישה עם רדיוס פנייה גדול, ריבוי דרכי גישה סמוכות, דרכי גישה שאינן מוגדרות היטב ודרכי גישה בהן תשומת לב הנהג ממוקדת במציאת מרווח בתנועה הסואנת. כדי לאפשר ניידות לנכים בכיסאות גלגלים, דרך גישה לבית חייבת להיות משולבת עם מדרכה ישרה ומאוזנת. דוגמאות לשיפורים בדרכי גישה לבתים כוללות הצרת או סגירת דרכי הגישה, הידוק רדיוס הפנייה, הפיכת דרכי הגישה רק לתנועות כניסה ויציאה בפניות ימניות ובניית מפרדות מחלקות בדרכי גישה רחבות. שיפורים אלה מאפשרים לצמצם את הקונפליקטים בין הולכי רגל לכלי רכב, להרחיב את טווח הראייה של נהגים והולכי רגל בדרכי גישה לבתים ולשפר את הנגישות לאנשים עם מוגבלויות (Harkey and Zegeer, 2004).

כאשר דרכי גישה לבתים חוצות מדרכות, הכרחי לשמור על מפלס מדרכה לרוחב דרך הגישה של לא יותר מ- 2% שיפוע צידי. דרישה זו מקלה על כל הולכי הרגל במיוחד על נכים בכיסאות גלגלים, ומבהירה לנהגים שעליהם להיות ערים להולכי רגל. חשוב להקטין שלטים גדולים וצמחייה בדרכי גישה כדי לשפר את הראות בין הולכי רגל ונהגים. יש להשתמש באותו חומר (בטון בד"כ) ממנו עשויה המדרכה לדרך הגישה לבית (Harkey and Zegeer, 2004).

בספרות לא נמצאו ממצאים כמותיים על השפעת האמצעי על בטיחות הולכי רגל.

Elvik and Vaa (2004) על סמך מחקר בודד מנורבגיה משנת 1979 מצאו ששיפור במרחק ראות של דרכי גישה לבתים מגדיל את מספר התאונות. הכפלת מרחק הראות מגדילה את מספר

התאונות ב- 10% עם רווח סמך (+30%;-5%). ההגדלה לא מובהקת. הגדלת רדיוס הפניות בין דרכי הגישה לבתים לבין הדרך הראשית, לא מובילה להפחתה במספר התאונות. הגדלה של הרדיוס פי 3-5 מביאה להגדלת מספר התאונות ב- 30% (+59%;+8%). המחקר מסביר את הנתון בכך שתכנון כניסות פרטיות לבתים בסטנדרט נמוך, מהווה אזהרה לנהגים שמתאימים את נהיגתם למצב זה.



איור א.16. שיפורים בדרכי גישה לבתים (מקור Harkey and Zegeer, 2004)

2.3.4. הקמת מפרדות מוגבהות

"מפרדה מוגדרת כחלק של כביש ראשי מחולק המפריד את דרך הנסיעה עבור תנועה בכיוונים מנוגדים" (AASHTO, 1994) ובכך מסייע לתעל את תנועת כלי הרכב ותורם לבטיחות הנהגים. מפרדות יכולות לשמש כאי מפלט עבור הולכי רגל שחוצים את הרחוב בקטע דרך או בצומת. המפרדה מפשטת את תמרון החצייה עבור הולכי רגל ע"י יצירת שני רחובות חד-סטריים צרים במקום רחוב אחד רחב דו-סטרי, כך שהולכי רגל יכולים להתרכז רק בכיוון אחד של התנועה בכל רגע. בנוסף, מפרדות מוגבהות יכולות לספק מרחב לעצים ולגינות נופך אחר, שיכולים לשנות את אופי הרחוב ולהוריד את מהירות הנסיעה (יש לדאוג שרצועת הגינות במפרדות לא תחסום את שדה הראייה של הולכי רגל ונהגים). למפרדות יש יתרונות גם עבור בטיחות נהגים כאשר הן מחליפות נתיבי פנייה במרכז הכביש. אולם, יש לדאוג לתנועות פנייה רצויות כדי שלא לאלץ נהגים לנסוע בדרכים לא מתאימות כמו רחובות מגורים או לבצע פניות פרסה לא בטוחות (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

לרוב, מפרדות צבועות על גבי המיסעה או מוגבהות מעל המיסעה. מפרדות ואיי תנועה, צבועים ואינם מוגבהים, לא מספקים את אותה תועלת בטיחותית שמספקות מפרדות ואיי תנועה מוגבהים. מפרדות לחצייה בקטעי דרך ובצמתים צריכות להיות נגישות לחלוטין באמצעות רמפות או מעברים נמוכים, בשילוב עם אזהרות שניתן לגלותן. מפרדות מוגבהות אינן מתאימות עבור כל סוגי הדרך (למשל, הן בד"כ לא מומלצות בכבישים כפריים מהירים), אולם בכבישים מסוימים, הוכח שהן הורידו את שיעור תאונות כלי רכב כמו גם תאונות הולכי רגל. מפרדות מוגבהות יעילות ביותר בכבישים

עורקיים, מרובי נתיבים, מהירים ובעלי נפח תנועה גדול (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

מפרדות רציפות אינן פתרון מתאים בכל מצב. במקרים מסוימים, הפרדת תנועת כלי רכב מנוגדת והפחתת החיכוך בפנייה שמאלה יכולים להגביר את מהירות הנסיעה ע"י הפחתת החיכוך הנתפס של המיסעה. מפרדות תופסות שטח שאפשר לנצלו בצורה טובה יותר למדרכות רחבות יותר, נתיבי אופניים, רצועות גינון חוצצות או חנייה בצידי הרחוב. מפרדות מוגבהות עלולות לגרום לבעיות מעבר לרכבי חירום. באזורים מסוימים, ניתן לבנות מפרדות במקטעים, כך שהן יוצרות מפרדה לא רציפה (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

במחקר של הקרט ואחרים (2002) נמצא כי שיפור תשתית מסוג הוספת אי מרכזי (מפרדה) בציר בקטע דרך עירוני הביא להפחתה מובהקת של 37% בכלל התאונות.

בארה"ב, בעיר University Place הוחלט לבצע שיפורים בעורק תנועה מרכזי בעל נפח תנועה גדול (18000-24000 כלי רכב ביום) עם 301 תאונות בהן 10 עם הולכי רגל בשנים 1995-1998. בין השיפורים שהוכנסו היו: החלפת נתיב פנייה שמאלה דו-כיווני למפרדה מוגבהת עם רצועת נוף שתמנע פניות שמאלה, בניית מדרכות רחבות ונתיבי אופניים משני צידי הדרך, מיקום רצועות צמחייה משני צידי הדרך בין המדרכה ונתיב האופניים, תאורת רחוב והרשאת פניות פרסה בצמתים מרומזרים. ניתוח של נתוני מהירות ותאונות לפני ואחרי הכנסת השיפורים הראה כי המהירות הממוצעת ירדה ב- 13% והתאונות פחתו ב- 60% (Harkey and Zegeer, 2004).

לפי FHWA (2002), נוכחות של מפרדה מוגבהת (או אי חצייה מוגבה) קשורה לשיעור נמוך משמעותית של תאונות הולכי רגל במיקומי חצייה מרובי נתיבים, עם מעברי חצייה מסומנים ולא מסומנים. בניגוד לכך, מפרדות צבועות ולא מוגבהות ונתיבי פנייה שמאלה דו-כיווניים מרכזיים לא הקנו תועלת בטיחותית משמעותית להולכי רגל בכבישים מרובי נתיבים, בהשוואה למצב ללא מפרדה בכלל.

Bowman and Vecellio (1994), השוו כבישים מרובי נתיבים לא מחולקים, נתיבי פנייה שמאלה דו-כיווניים, ומפרדות מוגבהות. באזורי עסקים מרכזיים ובמיקומים פרבריים, שיעור תאונות הולכי הרגל היה גבוה יותר משמעותית בעורקי תנועה לא מחולקים מאשר בעורקי תנועה עם מפרדות מוגבהות.

Zegeer et al (2002), ערכו מחקר על 1000 אתרים עם מעברי חצייה מסומנים ו- 1000 אתרים תואמים עם מעברי חצייה לא מסומנים ב 30 ערים בארה"ב. במחקרם נמצא כי מפרדות מוגבהות היו קשורות לשיעור נמוך של תאונות הולכי רגל בכבישים מרובי נתיבים בהשוואה לכבישים ללא מפרדה מוגבהת.



איור א.17. בניית מפרדה (מקור Harkey and Zegeer, 2004)

2.3.5. שינוי הסדרים דו סטריים לחד סטריים

רחובות חד-סטריים יכולים לפשט את החצייה עבור הולכי רגל שצריכים להסתכל ולחפש תנועה רק בכיוון אחד. גם נהגים יוכלו להקדיש יותר תשומת לב לתנועת הולכי רגל, כיוון שתנועת כלי הרכב היא בכיוון אחד. בעוד מחקרים הראו שהפיכת רחובות דו-סטריים לחד-סטריים בד"כ מפחיתה את שיעור התאונות, רחובות חד-סטריים נוטים להגביר את מהירות התנועה, מה שיוצר בעיות חדשות. אם הופכים רחוב לחד-סטרי יש להעריך האם נדרשים שינויים נוספים (אמצעים למיתון התנועה), במיוחד אם הרחוב או הנתיבים מאד רחבים. בנוסף, יש להעריך את השפעת ההסדר על התנועה ברחובות הסמוכים. רחובות חד-סטריים מתאימים למרכזי ערים ולאזורים מאד צפופים. רחובות חד-סטריים יכולים להציע שיפור בתזמון הרמזור ולספק סיגנלים במרווחים אי-זוגיים. אולם, תזמון רמזורים עבור עורקי תנועה שחוצים זוג של רחובות חד-סטריים הוא בעייתי (Harkey and Zegeer, 2004).

מחקר שנערך ב-15 ערים בארה"ב ב-1297 צמתים, הצביע על הקטנת מספר תאונות הולכי רגל בצמתים של רחובות חד-סטריים בהשוואה לצמתים ברחובות דו-סטריים (Zegeer, 1983).

Stemley (1998) דן ביתרונות רחוב חד-סטרי:

- רחובות חד-סטריים בטוחים יותר כתוצאה מהפחתת מספר נקודות הקונפליקט בצמתים והפחתת מספר הפניות.
- יש יותר מרווחי זמן זמינים להולכי רגל לצורך חצייה, כיוון שהם צריכים לחפש אותם רק בכיוון אחד.
- הולכי רגל לא יכולים להיתפס בין נתיבי תנועה מנוגדים בזמן חציית הכביש.
- סבירות גדולה יותר שהולכי רגל ונהגים יראו זה את זה.
- סבירות נמוכה לתסכול עבור הולכי רגל המחכים כדי לחצות את הכביש וסבירות נמוכה שיהיו מעורבים בהתנהגות מסוכנת.

- נהגים שפונים יכולים לעקוב בקלות רבה יותר אחרי תנועות הולכי רגל, כיוון שהם אינם צריכים לחפש אחר רווח בתנועה המתקרבת.

חסרונות רחוב חד-סטרי:

- הולכי רגל רבים נפגעים ע"י רכבים הפונים שמאלה כיוון שהקורה שליד הדלת הקדמית אשר נמצאת משמאל לנהג, המחברת את גג המכונית, חוסמת את שדה הראייה למעבר החצייה.
- לאנשים המשתמשים בתחבורה ציבורית, יש מרחק הליכה גדול יותר בין התחנות ליעד, ומציאת התחנה בדרך חזרה קשה יותר כי התחנות של שני כווני הנסיעה המנוגדים, אינם ממוקמות זו מול זו משני צידי הרחוב.

2.4 תכן צמתים

בצמתים מתקיימים קונפליקטים בין תנועות פנייה מנוגדות של כלי רכב ובנוסף קונפליקטים בין תנועות כלי רכב לבין חציות הולכי רגל. חציות הולכי רגל רבות מתרחשות בצמתים ולא בקטעי דרך. לשיפור בטיחות הולכי הרגל בחציות באזור הצומת, יש להשתמש בעקרונות תכן המתוארים בטבלה א.7.

טבלה א.7: תכן צמתים

2.4.1	הקטנת רדיוס פנייה ימינה
2.4.2	הוספת אוזניים
2.4.3	שינוי מיקום מעבר חצייה בפנייה ימינה עם אי משולש
2.4.4	הפיכת צומת למעגל תנועה
2.4.5	שיפור צומת קמץ (T) על ידי פיתול התנועות הישרות
2.4.6	חסימת צומת צלב על ידי בניית מפרדה בדרך הראשית
2.4.7	סגירת זרוע בצומת לכלי רכב
2.4.8	סגירה חלקית, של אחד מכיווני הנסיעה, בזרוע בצמת

2.4.1 הקטנת רדיוס פנייה ימינה

הפתרון מתאים לצמתים עירוניים ללא איי תנועה משולשים, מהיררכיה נמוכה של צומת בין רחובות מקומיים ועד היררכיה של צמתים בין רחובות עורקיים ורחובות מאספים. בצמתים ללא איי תנועה משולשים בפניות ימינה, רדיוס פנייה גדול גורם לכלי רכב תנועות פנייה במהירות גבוהה. בנייה מחדש של רדיוס קטן של הפנייה, תגרום לפנייה הדוקה וצרה יותר ותפחית את מהירות הפנייה, תקצר את מרחק החצייה עבור הולכי רגל ותשפר את טווח הראייה בין הולכי רגל לנהגים (Harkey and Zeeger, 2004; NCHRP500, 2004).

כאשר מתכננים צומת, יש להתחשב בשימושי קרקע סמוכה ובסוגי משתמשי הדרך כדי שרדיוס אבן השפה יבנה בגודל המתאים. אם הרדיוס נבנה קטן מדי, משאיות גדולות ואוטובוסים עלולים לעלות על אבן השפה ולסכן את הולכי הרגל (Harkey and Zeeger, 2004; NCHRP500, 2004).

בבנייה חדשה, רדיוס הפנייה ימינה המתאים הוא כ- 4.6 מטר כאשר רוב כלי הרכב הם מסוג רכב נוסעים, וכ- 7.6 מטר עבור עורקי תנועה עם נפח פנייה משמעותי של אוטובוסים ו/או משאיות. רדיוס

פנייה קטן חשוב מאד במקומות שהרחובות המצטלבים אינם ניצבים זה לזה. בעוד שלפינה המאופיינת בזווית חדה נדרש רדיוס קצת יותר גדול כדי לאפשר תנועות פנייה, הפנייה עם הזווית הקהה צריכה להישמר מאוד צרה, כדי למנוע פניות במהירות גבוהה. רדיוס אפקטיבי צריך לקחת בחשבון נתיבי חנייה ואופניים. כמו כן, יש צורך בהתאמה לרכבי תחזוקה ציבוריים, לאוטובוסי בית ספר ולרכבי חירום (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

בספרות לא נמצאו ממצאים כמותיים על השפעת האמצעי על בטיחות הולכי רגל.



איור א.18. הקטנת רדיוס פנייה ימינה (מקור Harkey and Zegeer, 2004)

2.4.2 הוספת אוזניים

ההוספת אוזניים במעברי חצייה בצמתים יתרונות זהים להוספת אוזניים במעברי חצייה בקטעי דרך, כמפורט בסעיף 2.2.1. הוספת אוזניים במעברי חצייה בצמתים מרחיבה את המדרכה או את קצה אבן השפה לתוך נתיב החנייה, דבר המקטין את הרוחב האפקטיבי של הדרך (וכתוצאה מכך, מקצר את מרחק החצייה ומקטין את החשיפה של הולכי רגל), משפר את הנראות של הולכי רגל וכלי רכב, מעודד הולכי רגל לחצות במיקום המיועד לחצייה, מקטין מהירות כלי רכב בפנייה ומונע חנייה בקרבת מעבר חצייה בצומת.

הוספת אוזניים מתאימה רק כשיש נתיב חנייה. האוזן מספקת מרחב נוסף לרמפת עלייה למדרכה, רצועת גיבון וריהוט רחוב במיוחד כאשר המרחב הקיים מוגבל, אך יש לוודא כי ריהוט הרחוב או רצועת הגיבון לא חוסמים את שדה הראייה (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

במרילנד השתמשו בקומבינציה של מפרדות והוספת אוזניים ליד צמתים. המפרדות הצרו את נתיבי הנסיעה וספקו אזור מוגן, בעוד האוזניים אלצו את הנהגים לבצע סטייה צידית כאשר נכנסו לאזור

הצר. מפרדות עם סטייה צידית הפחיתו את מהירות האחוזון ה- 85 ב- 2-5 מייל לשעה (Walter, 1995).

ב- Ontario, קנדה Macbeth (1995) דיווח על הורדת מהירות בחמישה צמתים מוגבהים ומוצרים ובשבע הוספות אוזניים בקטע דרך, בשילוב עם הפחתת המהירות המוגבלת ל- 30 קמ"ש. פרופורציית הנהגים שעברו את המגבלה של 30 קמ"ש הייתה 86% לפני שהאמצעים הותקנו אך רק 20% אחרי התקנתם.



איור א.19. אוזן בצומת (מקור Harkey and Zegeer, 2004)

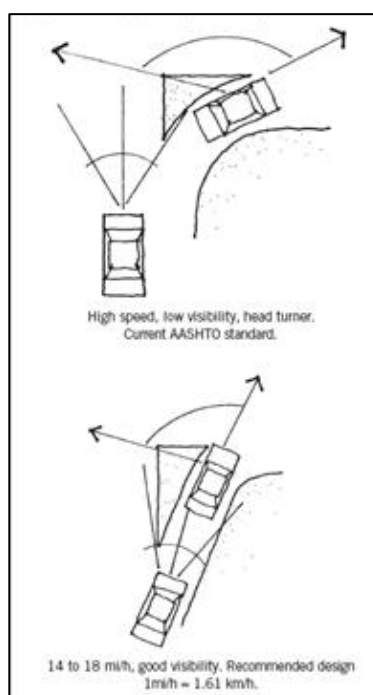
2.4.3 שינוי מיקום מעבר חצייה בפנייה ימינה עם אי משולש

הפתרון מתאים גם לצמתים שאינם מרומזרים וגם לצמתים מרומזרים בהם קיימים איי תנועה משולשים עם מעברי חצייה בפניות חופשיות ימינה. איי תנועה משולשים בפניות ימינה, נחשבים לאמצעי שלילי מבחינת הולכי הרגל, בשל גרימתם לתנועת כלי רכב מהירה בפנייה. ניתן לתכנן אותם כך שיהיו פחות בעייתיים. תכנון נכון של נתיבים לפנייה ימינה מספק איים משולשים למפלט להולכי רגל בתוך הצומת. נתיב פנייה ימינה המתוכנן נכון, מגדיל את שדה הראייה של נהג שפונה ימינה הן כלפי הולכי רגל חוצה, והן כלפי כלי רכב שמצידו השמאלי. הולכי רגל יכולים לחצות את נתיב הפנייה ימינה ולהמתין על גבי אי התנועה לאור ירוק ברמזור הולכי הרגל (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

כאשר נתיבי הפנייה ימינה מתוכננים לתנועת פנייה מהירה של כלי רכב קיימת בעיה להולכי רגל בשל אורך החצייה הגדול. תכנון איי התנועה בפנייה: רוחב הנתיב ורדיוס אבני השפה של נתיבי הפנייה ימינה צריך למנוע פניות במהירות גבוהה וגם להתאים למשאיות ואוטובוסים. "הזנב" של הפינה המשולשת שנוצרת צריך להצביע אל התנועה המתקרבת. מעבר החצייה צריך להגיע לאי המשולש סמוך ל"זנב" האי. לתכנון זה יש יתרונות נוספים עבור הולכי רגל: מעבר החצייה ממוקם באזור בו הנהג עדיין מסתכל קדימה. כאשר מעבר החצייה ממוקם באמצע הפנייה, רחוק מ"הזנב", בצורה לא

נכונה, זהו המקום בו הנהג כבר מתבונן שמאלה ומחפש מרווח בתנועה, ועלול לא להבחין בהולך רגל החוצה מימינו (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

בספרות לא נמצאו ממצאים כמותיים על השפעת האמצעי על בטיחות הולכי רגל.



איור א.20. שינוי אי משולש בפנייה ימינה (מקור Harkey and Zegeer, 2004)

נתיבי פנייה ימינה עם אי משולש מקשים על הולכי רגל בעלי מוגבלויות ראייה. ראשית, ישנם קשיים הקשורים לידיעה היכן מעבר החצייה ממוקם או הידיעה היכן לחצות. שנית, קשה להולך רגל בעל מוגבלויות ויזואליות לדעת מתי כלי רכב עצר ונתן לו זכות קדימה (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

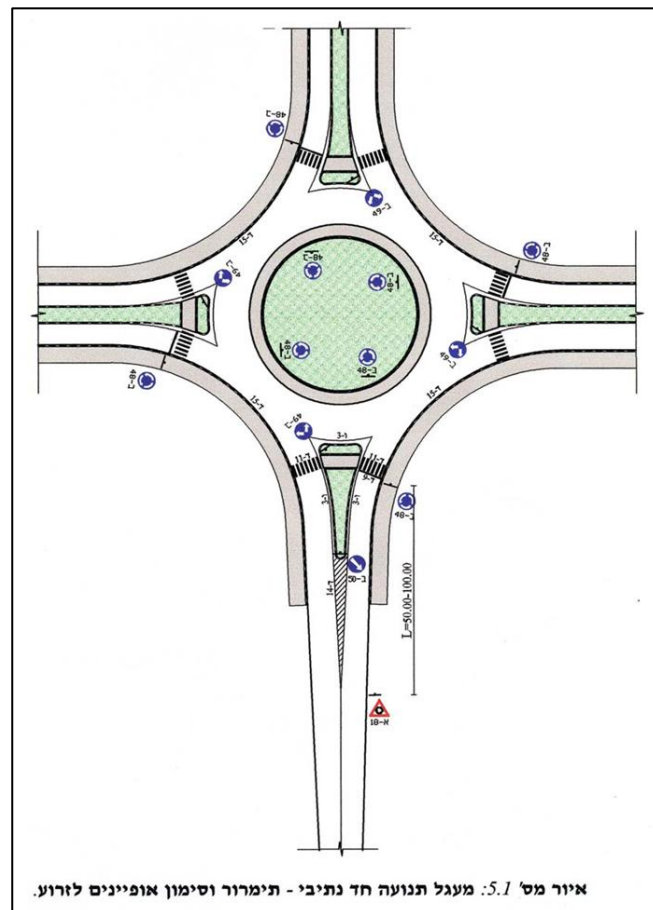
2.4.4 הפיכת צומת למעגל תנועה

מעגל תנועה הינו צומת מעגלי אשר מונע חלק מהקונפליקטים הקיימים בצומת רגיל אשר גורמים לתאונות, כדוגמת קונפליקטים בין פניות שמאלה. קיבולת מעגל תנועה, עם כניסות ויציאות חד נתיביות, המתאים גם לחצייה בטוחה של הולכי רגל, היא מוגבלת, וקשורה לנפחי התנועה ולפילוגה לכיווני הפנייה השונים. לצמתיים בהם נפחי התנועה הם מעל קיבולת המעגל עם כניסות ויציאות חד נתיביות, וקיימת בהם בעיית בטיחות להולכי רגל, נדרש פתרון אחר (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

הפיכת צמתיים מרומזרים וצמתיים לא מרומזרים למעגלי תנועה משפרת זרימת כלי רכב, מצמצמת תאונות התנגשות רכב מסוג חזית צד, מקטינה מהירות ויכולה לשמש כשער כניסה לאזור מיתון תנועה. במעגל תנועה יש לדאוג למעבר הולכי רגל ורוכבי אופניים (כלי רכב נותנים להם זכות קדימה). לשם כך, יש לבנות איי הפרדה בגישות למעגל כדי להאט כלי הרכב ולאפשר חציית הולכי רגל בנפרד לכל כיוון נסיעה בכל זרוע. מומלץ לתכנן גישה עם נתיב אחד בלבד כדי לגרום להאטת

כלי הרכב, ולאפשר חציית הולכי רגל בטוחה. גישה רב נתיבית מהווה בעיה בטיחותית להולכי רגל: רכב שעוצר סמוך למעבר חצייה כדי לתת זכות קדימה להולך רגל, מסתיר את הולך הרגל לנהג המתקרב בנתיב הסמוך. הולך הרגל אשר מביט ברכב שעצר עובר נתיב אחד ונפגע מהרכב בנתיב הסמוך. מצב זה נקרא: "תאונה רב איומית של הולך רגל". לא מומלץ לתכנן מעגל תנועה עם גישה רב נתיבית כפיתרון לבעיית בטיחות של הולכי רגל. התקנת מעגל תנועה אינה מתאימה לצומת של שני רחובות רב נתיביים. (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

משרד התחבורה פרסם "הנחיות לתכנון מעגלי תנועה", (2003). על פי הנחיות אלו למעגל תנועה רמת בטיחות גבוהה בהשוואה להצטלבות של ארבע או שלש זרועות. רמת הבטיחות מושגת מ-6 סיבות, ביניהם מהירות נסיעה איטית והגנה על הולכי רגל ורוכבי אופניים באמצעות איי הפרדה. כדי לשמר את הבטיחות, ההנחיות מפרטות את פרטי התכנון להיסט תנועת רכב שתגרום להאטה, התקנת איי תנועה להולכי רגל ושמירה על מרחקי ראות גם באזור מעברי החצייה.



איור א.21. מעגל תנועה חד נתיבי (מקור הנחיות לתכנון מעגלי תנועה (2003))

במחקרים רבים שנערכו בעולם נמצא שיפור בטיחות כתוצאה מהקמת מעגלי תנועה במקום צמתים לא מרומזרים. ברובם של המחקרים לא נבדקה בנפרד השפעה בטיחותית על תאונות הולכי רגל. בהשוואה לפני/אחרי ב-20 אתרים עירוניים בישראל, נמצאה ירידה של 45% בתאונות עם נפגעים. (מצא ד, 1995). במחקר לפני/אחרי על 73 מעגלי תנועה בויקטוריה, אוסטרליה, נמצאה ירידה של

74% בתאונות עם נפגעים (Troutbeck, 1993). במחקר לפני/אחרי על 83 מעגלי תנועה בצרפת, נמצאה ירידה של 78% בתאונות עם נפגעים (L'Equipment de l'Ouest, 1986).

במחקר לפני/אחרי על 181 מעגלי תנועה בהולנד, נמצא: 51% ירידה בתאונות, 72% ירידה בתאונות עם נפגעים. ההשפעה על תאונות הולכי רגל לא חושבה (Schoon and van Minnen, 1994). במחקר לפני/אחרי על 8 מעגלי תנועה בארה"ב. נמצא: 51% ירידה בתאונות, 73% ירידה בתאונות עם נפגעים. קוטר המעגלים 40 מ' או פחות, גודל המדגם של תאונות הולכי רגל לא הספיק לחישוב האפקט (Jacquemart, 1988).

מחקרי הערכה של התועלת הבטיחותית מהפיכת צמתים למעגלי תנועה נערכו במדינות רבות: אוסטרליה, הולנד, שווייץ, גרמניה, ארה"ב, נורבגיה, דנמרק, צרפת, שבדיה, אנגליה, גרמניה. מניתוח מסכם של ממצאי 34 מחקרים, שערכו Elvik and Vaa (2004), עולה כי הפיכת צומת למעגל תנועה מפחיתה את מספר התאונות עם נפגעים, בין 10% ל- 40%. ההפחתה בתאונות תלויה במספר זרועות הצומת: 3 זרועות או 4 זרועות, ובסוג הבקרה שהיה בצומת לפני הפיכתו למעגל תנועה: תמרור תן זכות קדימה, או רמזור (ראה טבלה א.8). ממחקרים בהם נעשתה הפרדה לסוגי תאונות, נמצא שההפחתה בתאונות הולכי רגל הייתה זהה להפחתה בכלל התאונות.

טבלה א.8: השפעה על תאונות כתוצאה מהפיכת צומת למעגל תנועה. אחוז שינוי במספר תאונות.

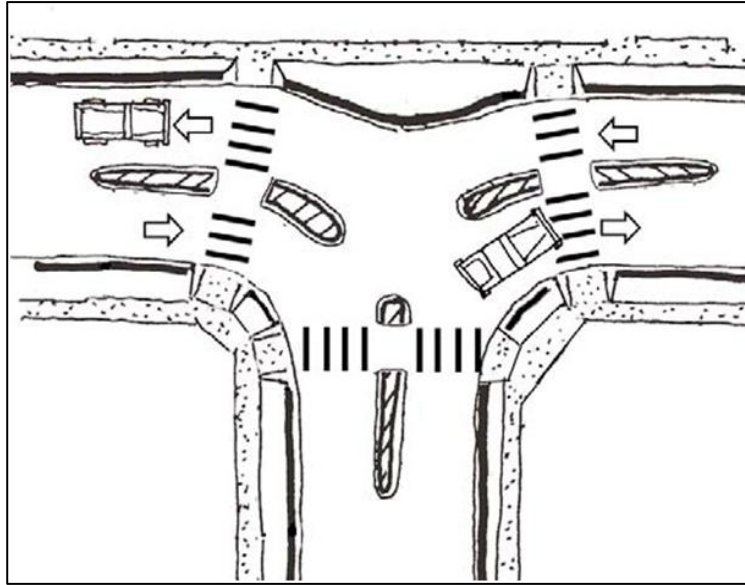
מתוך Elvik and Vaa (2004)

מרווח סמך ברמת ביטחון של 95%	אומדן מיטיבי	סוג תאונות	חומרת תאונות
צומת 3 זרועות לפני- תמרור תן זכות קדימה			
(-45; -14)	-31	תאונות צומת	תאונות עם נפגעים
צומת 3 זרועות לפני- רמזור			
(-40; +32)	-11	תאונות צומת	תאונות עם נפגעים
צומת 4 זרועות לפני- תמרור תן זכות קדימה			
(-47; -34)	-41	תאונות צומת	תאונות עם נפגעים
צומת 4 זרועות לפני- רמזור			
(-22; -11)	-17	תאונות צומת	תאונות עם נפגעים

2.4.5 שיפור צומת קמץ (T) על ידי פיתול התנועות הישרות

הפיתרון מתאים לצמתי קמץ (T), בשכונות מגורים, בין רחובות מאספים ומקומיים בעלי מסלול אחד עם שני נתיבים דו סטריים, בעלי נפחי תנועה קטנים. מהות הפתרון: בניית איי תנועה מוגבהים ושינויים גיאומטריים בגישות לצומת, לצורך הסטה של התנועות הישרות. מעברי החצייה ומעברי האופניים עוברים דרך איי התנועה. על ידי ההסטה האופקית של התנועה הראשית אשר לה יש זכות קדימה, נוצרת הקטנת מהירות כלי הרכב הנוסעים ישר בצומת הקמץ (T), וע"י כך שיפור בטיחות הולכי רגל חוצים (Harkey and Zegeer, 2004).

בספרות לא נמצאו ממצאים כמותיים על השפעת האמצעי על בטיחות הולכי רגל.

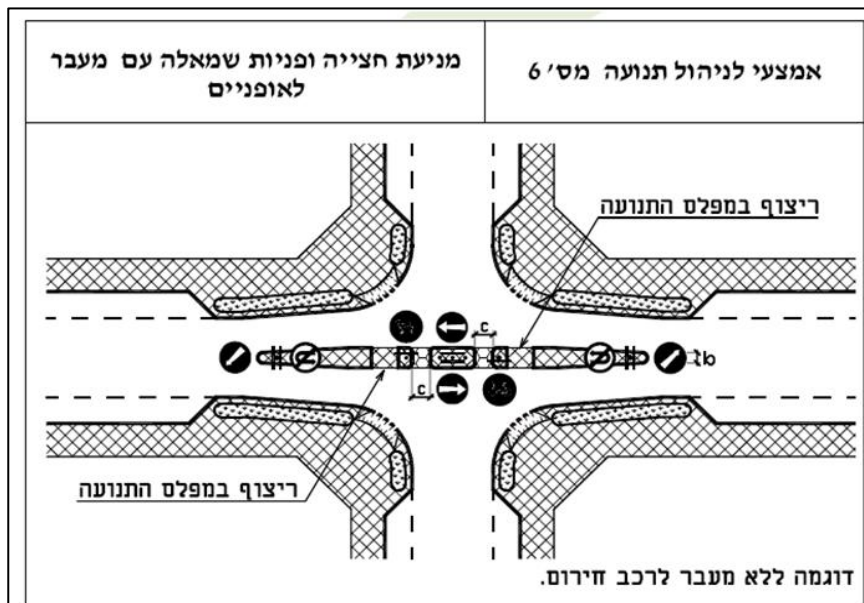


איור א.22. פיתול תנועות ישרות בצומת קמץ (מקור Harkey and Zegeer, 2004)

2.4.6 חסימת צומת צלב ע"י בניית מפרדה בדרך הראשית

תאור הפיתרון: בניית מפרדה בשטח הצומת המונעת את התנועות ישר בדרך המשנית, ומונעת את כל הפניות שמאלה. הפיתרון מתאים לצמתים בין רחובות מאספים לבין רחובות מקומיים. הפיתרון נועד כדי למנוע תנועות משניות חוצות ישר את הצומת, וכל הפניות שמאלה בצומת, כאמצעי לצמצום תנועה עוברת דרך רחובות מקומיים משניים. צמצום תנועה עוברת מביא לשיפור בטיחות חצייה של הולכי הרגל ברחובות המקומיים (Harkey and Zegeer, 2004).

בספרות לא נמצאו ממצאים כמותיים על השפעת האמצעי על בטיחות הולכי הרגל. הפיתרון נכלל בהנחיות לתכנון אזורי מיתון תנועה של משרד התחבורה (2002).



איור א.23. חסימת צומת צלב על ידי בניית מפרדה (מקור הנחיות לאזורי מיתון תנועה (2002))

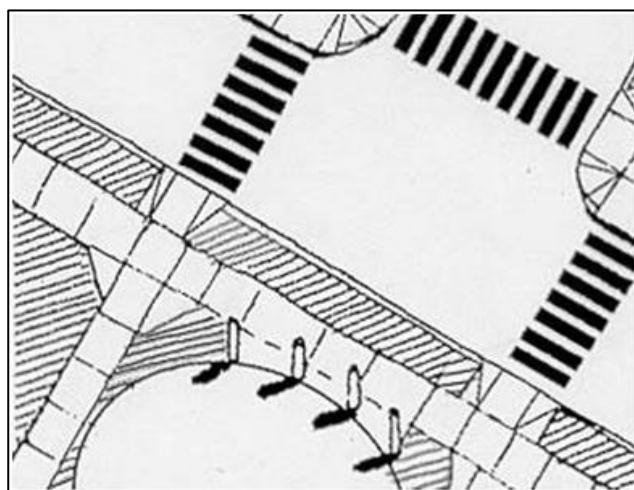
2.4.7 סגירה זרוע בצומת לכלי רכב

הפיתרון מתאים לצמתים בין רחובות מאספים לבין רחובות מקומיים ונועד למנוע מתנועה עוברת לבצע קיצור דרך הרחובות המקומיים (במקום לנסוע ברחובות המאספים והעורקים מסביב השכונה), כדי לשפר בטיחות הולכי רגל ברחובות המקומיים. מהות הפתרון: סגירה של זרוע של רחוב משני מקומי, לכלי רכב, בצומת. הסגירה מתבצעת ע"י בניית מחסום פיזי שחוסם את הרחוב המשני לתנועת כלי הרכב בלבד. יש לסלול רחבת סיבוב בזרוע שנחסמה כדי לאפשר לכלי רכב לבצע סיבוב פרסה (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

יש להשתמש בפתרון זה לעיתים נדירות ביותר. הפתרון גורם לכך שהרחוב המשני הנחסם הופך לרחוב ללא מוצא. שכונות עם רחובות ללא מוצא דורשות נסיעה ארוכה מהרגיל, שאינה רק קשורה לנוחות, אלא בעלת השלכות משמעותיות על רחובות אחרים. כל התנועה מאולצת לנסוע ברחובות "מזינים", דבר שיש לו השלכות שליליות עבור האנשים שגרים באותם רחובות ומאלץ להשתמש ברמות גבוהות של בקרה בצמתים קריטיים (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

אם מתבצעת סגירה של רחוב, יש לאפשר תמיד מעבר חופשי של כל הולכי הרגל, כולל אלה שבכסא גלגלים ורכבי אופניים, מהרחוב המשני החסום לרחוב הראשי. יש לאפשר גישה גם לרכבי חירום ברחובות אלה (ניתן לביצוע באמצעות מחסום או שער שמופעל אלקטרונית ומאפשר רק לרכבים גדולים לחצות). לפני ביצוע הפתרון יש לבדוק מה יהיה נפח התנועה מוסטת כתוצאה מסגירת הרחוב לחובות סמוכים, והאם קיימים רחובות אלטרנטיביים לתנועה ישירה (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

אין להשתמש בפתרון זה כאשר הרחוב משמש דרך לרכבי חירום או אוטובוסי בית ספר. יש להשתדל שלא להשפיע לרעה על הגישה של הולכי רגל ורכבי אופניים ליעדים בשכונה. בספרות לא נמצאו ממצאים כמותיים על השפעת האמצעי על בטיחות הולכי רגל.



איור א.24. סגירת זרוע בצומת לכלי רכב (מקור Harkey and Zegeer, 2004)

2.4.8 סגירה חלקית של אחד מכיווני הנסיעה בזרוע בצומת

הפיתרון מתאים לצמתים בין רחובות מאספים לבין רחובות מקומיים ונועד למנוע מתנועה עוברת לבצע קיצור דרך הרחובות המקומיים (במקום לנסוע ברחובות המאספים והעורקים מסביב השכונה), כדי לשפר בטיחות הולכי רגל ברחובות המקומיים. מהות הפיתרון: סגירה חלקית של הרחוב המקומי המשני בצומת על ידי חסימה פיזית של כיוון אחד של תנועת כלי רכב לתוך או מתוך צומת ברחוב המשני הדו-סטרי. על ידי הסגירה החלקית מונעים אפשרות ביצוע של חלק מהפניות בצומת. סגירה חלקית של רחובות בכניסה לשכונה או אזור צריכה להתחשב גם בדפוס זרימת התנועה ברחובות הסמוכים. העיצוב של פתרון זה צריך לאפשר גישה קלה ונוחה של רוכבי אופניים וכל הולכי הרגל בין הרחוב המשני הסגור חלקית לכלי רכב לבין הרחוב הראשי (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

סגירה חלקית מאפשרת גישה טובה יותר לרכבי חירום בהשוואה לסגירה מלאה. אם הסגירה החלקית רק מונעת כניסה לרחוב, לא נדרש מקום לביצוע סיבוב פרסה ברחוב המשני. בסגירת יציאה מהרחוב המשני, נדרש מקום לביצוע סיבוב פרסה סמוך לצומת החסום חלקית (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

בתכנון הסדר זה יש לבחון השפעתו על הנושאים הבאים: נגישות רכב חרום לרחוב החסום חלקית, העברת עומסי תנועה לרחובות סמוכים, מידת הארכת מסלולי כלי הרכב של דירי הרחוב הנסגר חלקית, מסלול קווי הסעת תלמידים באוטובוסים, גישת רכבי חירום ורכבי איסוף אשפה. פתרון זה מקטין נפחי תנועה ברחוב החסום חלקית, אך לא בהכרח יקטין מהירות נסיעה ברחוב. המהירות עלולה לגדול בקטע הרחוב החד-סטרי החדש שיווצר (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

בספרות לא נמצאו ממצאים כמותיים על השפעת האמצעי על בטיחות הולכי רגל.



איור א.25. סגירת חלקית של אחד מכיווני הנסיעה בזרוע בצומת
(מקור Harkey and Zegeer, 2004)

2.5 מיתון תנועה

מיתון תנועה הוא גישת תכנון רחובות באמצעים פיסיים ובאמצעים ויזואליים המאלצים את הנהגים לנסוע לאט. באזור מיתון תנועה, האכיפה של המהירות המותרת היא עצמית, ללא אמצעי בקרה, כגון רמזורים, תמרורים וסימוני צבע. בהנחיות לתכנון אזורי מיתון תנועה של משרד התחבורה (2002) מודגשת הגישה של תכנון מיתון תנועה במתחם שלם, כגון שכונת מגורים שלמה עם רחובות מקומיים ומאספים המוקפת ומחוברת לרחובות עורקיים מחוץ למתחם. בהנחיות מופיעה רשימת אמצעי מיתון המיועדים לשימוש נקודתי בקטעי דרך, צמתים ושערים. באזורי מיתון תנועה בדרך כלל משתמשים במספר אמצעים במקביל, וכן קיים שימוש חוזר באמצעים אלו לאורך הרחובות. במתחם בו הותקנו מספר גדול של אמצעים למיתון תנועה, קשה לכמת את היעילות של כל אמצעי בנפרד בהפחתת תאונות מכל הסוגים ובהפחתת תאונות הולכי רגל.

נערכו מחקרים רבים על בטיחות באזורי מיתון תנועה במדינות רבות: שבדיה, נורבגיה, אוסטרליה, אנגליה, פינלנד, הולנד, דנמרק וגרמניה. מניתוח של 29 מחקרים, שערכו Elvik and Vaa (2004), עולה כי באזור מיתון תנועה הכולל רחובות מקומיים ורחובות מאספים מושגת הפחתה ממוצעת של 15% בתאונות עם נפגעים עם מרווח סמך (-12%;-17%), ברחובות המקומיים ההפחתה הממוצעת בתאונות עם נפגעים היא 24% עם מרווח סמך (-18%;-29%), וברחובות המאספים ההפחתה הממוצעת בתאונות עם נפגעים היא 8% עם מרווח סמך (-5%;-12%). אין בניתוח הפרדה בין תאונות הולכי רגל לכלל התאונות.

באנגליה, מחקרים של לפני/אחרי באזורי מיתון תנועה של 20 מייל לשעה (32.2 קמ"ש), הראו ירידה של 40%-70% בפצועי תאונות (Webster and Mackie, 1996).

ניתן להשתמש באמצעי מיתון תנועה לפיתרון בעיות ממוקדות של בטיחות הולכי רגל כגון קטע רחוב עם מספר צמתים. שימוש באמצעי הסדרה וריסון תנועה ברחובות עירוניים עמוסים בתנועה כבדה הופך את הרחוב ל"רחוב סביבתי" (Environmental Street). ברחוב סביבתי מתירים מעבר לתנועה עוברת, אך הדרך בנויה באופן שמוביל להפחתת המהירות, ורמה גבוהה של דריכות להסדרי תנועה המכבדים את הצרכים של התנועה המקומית. האמצעים כוללים: מדרכות, שבילי אופניים, פסי האטה, הצרת מסעה, הטיות ציר, מפרצי תחנות אוטובוס, מפרצי חניה, איי מפלט לחצית הולכי רגל, גינות וריהוט רחוב, שימוש בחומרי ציפוי מיוחדים כגון אבנים משתלבות במעברי חצייה מוגבהים. מניתוח של 10 מחקרים ממדינות: נורבגיה, דנמרק, צרפת, שבדיה, אנגליה, גרמניה, שערכו Elvik and Vaa (2004), עולה כי ברחובות סביבתיים יש הפחתה ממוצעת של 38% בתאונות עם נפגעים עם מרווח סמך של (-29%;-47%). אין בניתוח הפרדה בין תאונות הולכי רגל לכלל התאונות. מידת ההפחתה בתאונות קשורה למידת ההפחתה במהירות הנגרמת מהאמצעים המותקנים בדרך. ככל שההפחתה במהירות גדולה יותר, גדלה ההפחתה בתאונות עם נפגעים. הפחתה הממוצעת ב-10 המחקרים הנ"ל הייתה מ-54.9 קמ"ש ל-46.0 קמ"ש.

אמצעי מיתון תנועה מתאימים ביותר לרחובות מקומיים, ולרחובות מאספים עם נפחי תנועה נמוכים.

על פי הנחיות לתכנון אזורי מיתון תנועה של משרד התחבורה (2002), המאפיינים המרביים לרחוב באזור מיתון תנועה: נפח בשעת שיא קטן מ- 750 כלי רכב לשעה, מתוכם פחות מ- 5 כלי רכב במשקל כולל 4 טון, מתוכם לא יותר מ- 10 אוטובוסים בקווי שרות.

בטבלה א.9 מפורטים האמצעים בקבוצת אמצעי מיתון תנועה.

טבלה א.9: מיתון תנועה

2.5.1	אמצעי מיתון תנועה
2.5.2	פסי האטה
2.5.3	מעבר חצייה מוגבה
2.5.4	רחוב משולב
2.5.5	מדרחוב

2.5.1 אמצעי מיתון תנועה

בדרך כלל לשם השגת אפקט של ריסון תנועה, מיישמים סוגים שונים של אמצעי מיתון תנועה במקביל. במספר מקורות שנמצא בהם תיאור כמותי של השפעת שימוש באמצעי בודד על בטיחות באופן כללי, לא נמצאו נתונים כמותיים נפרדים עבור בטיחות הולכי רגל. עבור שניים מאמצעי מיתון התנועה, נמצאו מחקרים עם תוצאות כמותיות על יעילות בטיחותית: פסי האטה ומעבר חצייה מוגבה. חלק מהאמצעים שהוזכרו בפרקים קודמים משמשים באזורי מיתון תנועה: מעברי חצייה בקטע דרך - בניית אוזניים בקטע דרך, סעיף 2.2.1; הסדרים לאורך דרך - הצרת מיסעה על ידי הצרת רוחב נתיבים, סעיף 2.3.1; הצרת מיסעה על ידי צמצום מספר הנתיבים, סעיף 2.3.2; תכן צמתים - הקטנת רדיוס פנייה ימינה, סעיף 2.4.1; הוספת אוזניים, סעיף 2.4.2; סגירת זרוע בצומת לכלי רכב, סעיף 2.4.7; סגירה חלקית של אחד מכיווני הנסיעה בצומת, סעיף 2.4.8.

בטבלה א.10 מתוארים בקצרה אמצעי מיתון תנועה נוספים.

טבלה א.10: אמצעי מיתון תנועה

מס'	אמצעי	תאור האמצעי
1	הצרה נקודתית של דרך	בניית הצרות בקטע דרך ע"י אוזניים בשני צידי הדרך, או פיתול חריף של נתיב אחד באמצעות אוזן בצד אחד. ניתן גם לבנייה סמוך לצומת וע"י כך יצירת שער.
2	העתקות ציר	בניית אוזניים המצרות את המיסעה, הגורמות לנהג לסטייה אופקית.
3	מעגל תנועה זעיר	מעגל תנועה זעיר ללא איים משולשים בגישות, עם רדיוסים קטנים לפניית ימניות.
4	מעבר חצייה	פס האטה טרפזי על שטח מעבר החצייה
5	פסי הרעדה	משטח מוגבה בגובה של כ- 2-3 ס"מ ע"י הדבקה של סרט או חספוס של פני המיסעה המובלטים לעיני הנהג באמצעות צבע, או באמצעות מספר שורות של התקנים מחזירי אור המותקנים על המיסעה. בזמן שרכב נוסע על פסי הרעדה הנהג ברכב מרגיש רעידות ושומע רעש.

6	צומת מוגבה	פס האטה טרפזי על כל שטח הצומת. מכל הגישות לצומת קיים שיפוע עלייה. גובה המדרכות ומעברי החצייה זהים לכן אין הנמכת מדרכה בגישה למעבר החצייה.
7	שערים	שער הוא ציון מקום בולט, פיסי או גיאומטרי. שילוב של הצרת רחוב, שילוט, עקול דרך, מעגל תנועה או זרוע בצומת. השער מיועד לסמן לנהג על מעבר מדרך ראשית עם משטר תנועה בו הרכב הוא השולט, לדרך מקומית באזור מיתון תנועה, שבו צריך לנהוג בצורה שונה, יש להאט ולשים לב להולכי רגל.
8	חומרי ריצוף מיוחדים	ציפוי או סלילה של מדרכות וגם פני המיסעה העליונים מחומרים מיוחדים כגון לבנים, אבנים משתלבות, בטון או אספלט מוטבעים וצבועים. הטקסטורה והצבע, השונים מאספלט רגיל, מהווים אמצעי ריסון.
9	ביטול פניות בצומת	בניית אי תנועה או אוזניים בצומת של רחוב מגורים אשר מונעים, על ידי הגבהה פיסית של האי או האוזן, תנועות ישרות או תנועות פנייה מסוימות. האמצעי נועד למנוע מתנועה עוברת לבצע קיצור דרך הרחובות המקומיים (במקום לנסוע ברחובות המאספים והעורקים מסביב השכונה), כדי לשפר בטיחות הולכי רגל ברחובות המקומיים.
10	עיצוב עקלתוני של דרך	בתוך תחום זכויות הדרך הרחבות, לסלול רחוב צר ומפותל, ובשטח העודף ליצור אווירת פארק ע"י פיתוח נופי וגינון.

2.5.2 פסי האטה

הפתרון מתאים לרחובות עורקיים עם נפחי תנועה נמוכים, לרחובות מאספים ולרחובות מקומיים. משרד התחבורה פרסם הנחיות לתכנון וביצוע פסי האטה (2002). על פי ההנחיות ניתן להתקין פסי האטה ברחובות בהם המהירות המותרת אינה עולה על 50 קמ"ש, נפח תנועה יותר מ-10,000 כלי רכב ביממה (בתנאי שאין ברחוב בעיית קיבולת), הרכב התנועה כולל פחות מ-5% משאיות (אלא אם קיימים מסלולים חלופיים לסוגי רכב אלו), ולא יותר מ-12 אוטובוסים בכיוון תנועה אחד בשעת השיא. מהות הפתרון: פס סלול, בדרך כלל מאספלט, מסוג גבשושית קשתית, או סינוסואידלית או טרפזית. מידות הפס תלויות בסוג הגבשושית, בסוג הרכב לתכנון הרחוב, ובמהירות המרוסנת אליה רוצים להגיע (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

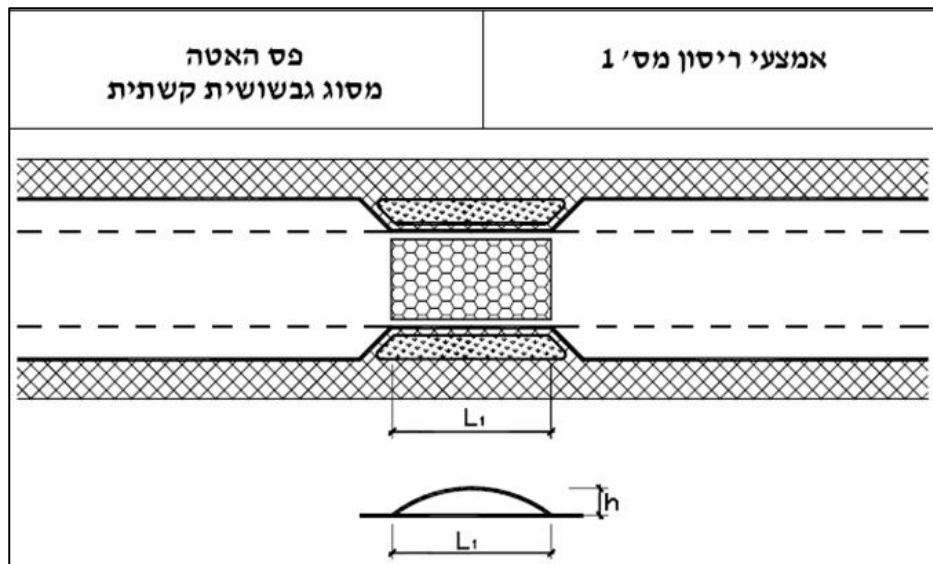
שימוש בפסי האטה גורם באופן יעיל ביותר להפחתה במהירויות. הפחתה במהירויות מקטינה כמות וחומרת תאונות הולכי רגל (Harkey and Zegeer, 2004 NCHRP500, 2004).

נערכו מחקרים רבים על השפעת התקנת פסי האטה על בטיחות במדינות רבות. מניתוח של המחקרים שערכו Elvik and Vaa (2004), עולה כי ברחובות בהם הותקנו פסי האטה הייתה הפחתה ממוצעת של 48% בתאונות עם נפגעים.

באנגליה נערכו מספר גדול של מחקרים על השפעת פסי האטה על ירידה במהירות וירידה בתאונות דרכים. במחקר של Webster and Layfiel (1996), הוערכה השפעת פסי האטה קשתיים בגובה 75

מ"מ. פסים אלה יגרמו להפחתה של 9-10 מייל לשעה (14-16 קמ"ש) במהירות נסיעה ממוצעת. דבר זה יכול להביא להפחתה של 65% בתאונות דרכים. יש לציין כי באתרי הניסוי נצפתה ירידה של 25% בממוצע, בנפחי התנועה.

במחקר ישראלי של בן שחר והקרט (2000) נסדקה יעילות התפקוד של פסי האטה בשכונות מגורים בחיפה. מחקירת תאונות ב- 17 קטעי דרך בהם הותקנו פסי האטה, נמצאה ירידה של 40% בנפגעי תאונות.



איור א.26. פס האטה קשתי (מקור הנחיות לאזורי מיתון תנועה (2002))

2.5.3 מעבר חצייה מוגבה

הפתרון מתאים לרחובות מאספים ולרחובות מקומיים חד מסלוליים. מהות הפתרון: פס האטה טרפזי על שטח מעבר החצייה. גובה המדרכות ומעברי החצייה זהים לכן אין הנמכת מדרכה בגישה למעבר החצייה (Harkey and Zegeer, 2004 NCHRP500, 2004).

מניתוח של 4 מחקרים על תאונות במעברי חצייה מוגבהים מדנמרק, פקיסטן, אנגליה ונורבגיה, שערכו Elvik and Vaa (2004), עולה כי במעברי חצייה מוגבהים קיימת הפחתה ממוצעת של 49% בתאונות הולכי רגל עם נפגעים ברווח סמך (+6%; -58%). ההפחתה הממוצעת של תאונות רכב עם נפגעים היא 33% ברווח סמך (+6%; -58%).

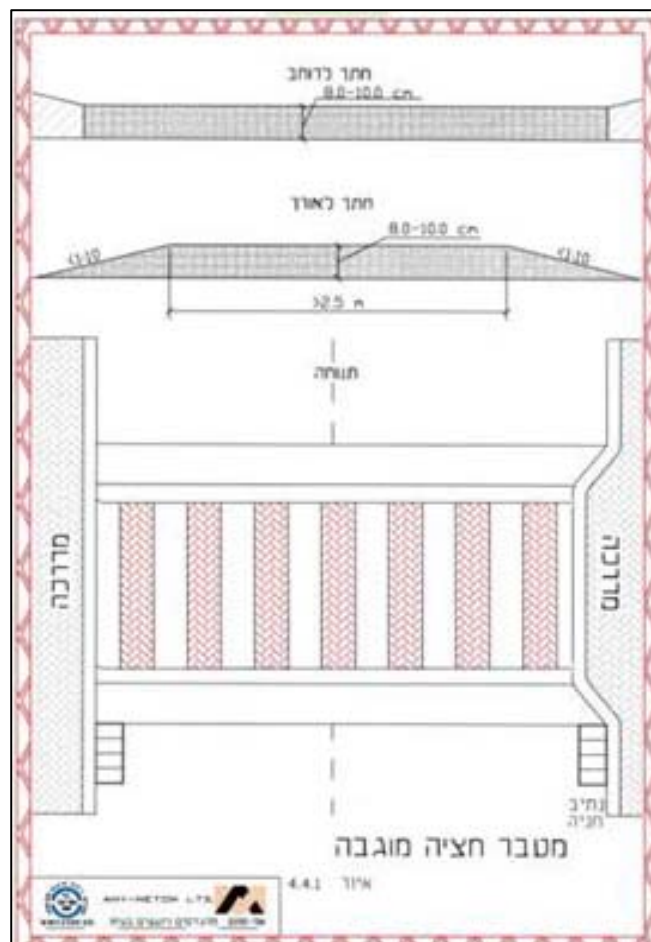
באנגלייה נערכו מספר גדול של מחקרים על השפעת פסי האטה על ירידה במהירות וירידה בתאונות דרכים. במחקר של Webster and Layfiel (1996), הוערכה השפעת פסי האטה קשתיים בגובה 75 מ"מ. פסים אלו יגרמו להפחתה של 9-10 מייל לשעה (14-16 קמ"ש) במהירות נסיעה ממוצעת. דבר זה יכול להביא להפחתה של 65% בתאונות דרכים. יש לציין כי באתרי הניסוי נצפתה ירידה של 25% בממוצע, בנפחי התנועה.

במחקר של הקרט ואחרים (2002), נבדקה השפעת התקנת מעברי חצייה מוגבהים. נמדדו מהירויות הנסיעה ברחוב מאסף בנצרת עלית שמותקנים בו מעברי חצייה מוגבהים וגם הצרויות מיסעה, ונמדדו מהירויות נסיעה ברחובות ביקורת עם מאפיינים דומים ללא מעברי חצייה מוגבהים. נמצא כי

המהירות הממוצעת ברחוב עם מעברי החצייה המוגבהים הייתה 42.2 קמ"ש. המהירות הממוצעת ברחובות קבוצת הביקורת ללא מעברי החצייה המוגבהים הייתה 53.2 קמ"ש. ההבדל בין ממוצעי המהירויות מובהק $p < 0.0001$. הנתון מלמד על יעילותם של מעברי חצייה מוגבהים בשילוב הצרויות כמרסני מהירות.

באוסטרליה התקינו מעברי חצייה מוגבהים ובנו איי מפלט במעברי חצייה. הטיפול גרם לירידת מהירות של האחוזון ה-85 ב-40% (Hawley, Henson, Hulse, and Brindle, 1992).

במדינת וושינגטון, באזור בית ספר יסודי נבנו הגבהות למעברי חצייה: בגובה 76 מ"מ, אורך 6.7 מ', סימון מעבר חצייה, בנית אוזן בנתיב החנייה, תמרור אזהרה "מעבר חצייה מוגבה לפניך", תמרור הגבלת מהירות ל-25 קמ"ש (15 מייל לשעה), הותקנו בולרדים עם הסבר לילדים כיצד חוצים מע"ח, ובנוסף נערך קמפיין בטיחות. המהירות המותרת באזור היא 25 מייל לשעה עם מגבלה ל-20 מייל לשעה בזמן שילדים נמצאים לפני ואחרי שעות פעילות ביה"ס. בדיקת לפני/אחרי: מהירות האחוזון ה-85 בזמן שילדים נמצאים לפני ואחרי שעות פעילות ביה"ס ירדה מ-47 קמ"ש ל-42 קמ"ש. מהירות האחוזון ה-85 בכל היממה הייתה 45 קמ"ש (Harkey and Zegeer, Case Study 30, 2004).



איור א.27. מעבר חצייה מוגבה (מקור הנחיות לתכנון וביצוע פסי האטה (2002))

2.5.4 רחוב משולב

הפתרון מתאים לרחובות מקומיים קצרים באזורי מגורים. מהות הפתרון: יצירת מרחב משותף לכלי רכב ולהולכי רגל ברחוב צר בלי אבני שפה ובלי מדרכות. מהירות כלי הרכב מרוסנת על ידי הצבת עצים, גינות, תאי חניה ועוד מכשולים. מהירות כלי הרכב מאוד נמוכה, 20-16 קמ"ש. בכל כניסה לאזור הרחוב המשולב מוצב תמרור "רחוב משולב". יש להתחשב בנגישות לרכבי שרות, כגון פינוי אשפה ורכב כיבוי. (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

קיימות הנחיות לתכנון רחובות משולבים באזורי מגורים (עינב ומרכוס, 1993).

מניתוח של 4 מחקרים על בטיחות ברחובות משולבים מנורבגיה, גרמניה, הולנד, ודנמרק, שערכו Elvik and Vaa (2004), עולה כי ברחובות משולבים מושגת הפחתה ממוצעת של 25% בתאונות עם נפגעים עם רווח סמך של (-5%; -45%).

במחקר של הקרט ואחרים (2002), נבדקה השפעת בניית רחוב משולב. נמדדו מהירויות הנסיעה בשני רחובות משולבים, בעכו ובכרמיאל, ונמדדו מהירויות נסיעה ברחובות ביקורת עם מאפיינים דומים בטבריה ובכרמיאל. נמצא כי המהירות הממוצעת ברחובות המשולבים הייתה 21.4 קמ"ש. המהירות הממוצעת ברחובות קבוצת הביקורת הייתה 41.6 קמ"ש. ההבדל בין ממוצעי המהירויות גבוה ומובהק $p < 0.0001$. הנתון מלמד על ריסון משמעותי של מהירויות הנסיעה ברחוב משולב.

2.5.5 מדרחוב

הפתרון מתאים לרחובות במרכזי ערים בעלי נפחים גדולים של הולכי רגל. בדרך כלל מותרת בהם נסיעת כלי רכב מסחריים לטעינה ופריקה של סחורות בשעות מסוימות, בהן פעילות הולכי רגל היא מזערית. לעיתים קרובות ניתן לשפר ולחזק את סביבת הולכי הרגל באמצעים אחרים כמו הצרת רחוב והרחבת המדרכה, והוספה של גינות ופרטי אדריכלות נוף (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

מניתוח של 6 מחקרים על מדרחובים מנורבגיה, שבדיה, פינלנד, גרמניה, ואנגליה שערכו Elvik and Vaa (2004), עולה כי במדרחובים מושגת הפחתה ממוצעת של 60% בתאונות עם נפגעים עם מרווח סמך של (-20%; -80%), כאשר ברחובות הגובלים למדרחובים קימת עלייה ממוצעת של 5% בתאונות עם נפגעים עם מרווח סמך של (+30%; -15%)., כאשר משווים את התאונות עם נפגעים של המדרחובים יחד הרחובות הגובלים למצב ללא מדרחובים, מתקבלת הפחתה ממוצעת של 25% עם מרווח סמך של (-10%; -40%).

2.6 רמזורים ותמרורים

הרמזור נועד לאפשר זרימת תנועה יעילה ובטוחה ככל האפשר במערכת הדרכים על ידי הפרדה בזמן בין התנועות הנוגדות בצומת. אחת המטרות שהתקנת הרמזור אמורה להשיג היא שיפור הבטיחות על ידי הקטנת ההסתברות לתאונות דרכים, הקטנת הנזקים עקב תאונות צומת והגנה על הולכי רגל בחציית הכביש. כאשר נפחי התנועה בצומת אינם מגיעים למינימום מוגדר, התקנת רמזור בצומת עלולה להרע את תנאי הבטיחות. קיימות הנחיות לתכנון רמזורים שהפיק משרד התחבורה

(1981). בהנחיות אלו מפורטים ההצדקים להתקנת רמזור: יחסי נפחי תנועה בכיוונים ראשיים ומשניים, יחסי הולכי רגל ותנועה על מעבר החצייה, היסטוריה של תאונות הצומת ועוד.

טבלה א.11 כוללת את רשימת אמצעי הרמזור והתמרור לשיפור בטיחות הולכי רגל.

טבלה א.11: רמזורים ותמרורים

2.6.1	רמזור צומת
2.6.2	תזמון רמזורים: ירוק להולכי רגל יחד עם ירוק לרכב בקונפליקט בשילוב עם מהבהב מותנה בפנייה ימינה
2.6.3	רמזור מעבר חצייה לא בצומת
2.6.4	תזמון רמזורים: ירוק להולכי רגל יחד עם ירוק לרכב בקונפליקט שמקדים ירוק רכב בקונפליקט
2.6.5	תזמון רמזורים: פאזה בלעדית ירוק להולכי רגל (מאפשר חצייה בכל הכוונים בצומת כולל באלכסון)
2.6.6	ברמזור: הוספת גלאי אוטומטי להולכי רגל במקום לחצן דרישה
2.6.7	ברמזור: הוספת גלאי אוטומטי להולכי רגל לפינוי הולך רגל
2.6.8	ברמזור בירוק משותף לרכב פונה ימינה ולהולך רגל: הוספת פנס דמוי עיניים זזות
2.6.9	ברמזור: הבהוב פנס הולך רגל בזמן פינוי
2.6.10	ברמזור: התקנת פנסי ספירה לאחור להולך רגל המראה סוף זמן פינוי מעבר החצייה
2.6.11	ברמזור: הוספת אות קולי לפנסי הולכי רגל

2.6.1 רמזור צומת

קיימות הנחיות לתכנון רמזורים שהפיק משרד התחבורה (1981). רוב הרמזורים בארץ לא הותקנו בגלל ההצדק של יחס נפחי הולכי רגל ותנועה על מעבר החצייה. מקובל בארץ שכל צומת אותו מרמזרים, מסמנים ומרמזרים בו גם את מעברי החצייה המאפשרים להולכי רגל להגיע באמצעות מכל מדרכה לכל מדרכה בשולי הצומת, ללא תלות בנפחי הולכי הרגל. על פי הנחיות אלו, בצומת מרומזר מופע הולך רגל הוא נפרד ממופע רכב להוציא אפשרויות שיפורטו בהמשך (פנייה ימינה עם מהבהב מותנה בקונפליקט עם מופע מעבר החצייה שמעבר לפנייה). מרבית הרמזורים בארץ הינם מופעלי תנועה.

מניתוח של המחקרים שערכו Elvik and Vaa (2004) על תאונות בצמתים מרומזרים, בהם הפרידו בין מופעי רכב ומופעי הולכי רגל, עולה כי הפרדת המופעים גרמה להפחתה ממוצעת של 22% בתאונות עם נפגעים, כאשר ההפחתה הממוצעת של תאונות הולכי רגל עם נפגעים היא 29% וההפחתה הממוצעת של תאונות רכב עם נפגעים היא 18%.

בגלל רגישותם של הולכי הרגל לעיכובים, מומלץ לא להגדיל אורך מחזור של רמזור עם מעברי חצייה להולכי רגל מעבר ל- 90 שניות (Harkey and Zegeer, 2004).

כדי לצמצם עיכובים לכלי רכב בצמתים מרומזרים, קיימת אפשרות להתקנת לחצני דרישה להולכי רגל לשם קיום מופע על מעברי חצייה בגישות של התנועות הראשיות. הדבר אינו מומלץ בצמתים בהם תנועת הולכי הרגל היא תכופה ותדירה (Harkey and Zegeer, 2004).

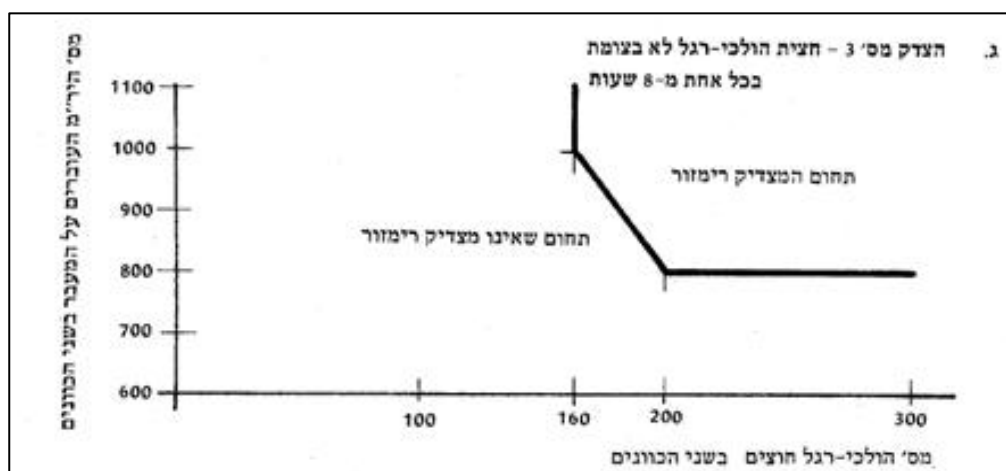
2.6.2 תזמון רמזורים: ירוק להולכי רגל יחד עם ירוק לרכב בקונפליקט בשילוב עם מהבהב מותנה בפנייה ימינה

על פי הנחיות לתכנון רמזורים (1981), ניתן לתכנן פנייה ימינה עם מהבהב מותנה בקונפליקט עם מופע מעבר החצייה שמעבר לפנייה. משתמשים בתכנון כזה כדי להגדיל את קיבולת הצומת.

מניתוח של המחקרים שערכו Elvik and Vaa (2004) על תאונות בצמתים מרומזרים שבהם מתקיימים מופעי רכב משותפים עם מופעי הולכי רגל, עולה כי המופעים המשותפים גרמו לעלייה ממוצעת של תאונות הולכי רגל עם נפגעים ב- 8%. ההפחתה הממוצעת של תאונות רכב עם נפגעים היא 12%. ההפחתה הממוצעת של תאונות עם נפגעים היא 1%.

2.6.3 רמזור מעבר חצייה לא בצומת

על פי הנחיות לתכנון רמזורים (1981): "מטעמי בטיחות יש להימנע ככל האפשר מהתקנת רמזורים שלא בצמתים. במקרים מיוחדים, בהם קיים ריכוז גבוה של הולכי רגל ניתן להתקין רמזור שלא בצומת רק בדרכים עירוניות בהן: 1. מהירות הנסיעה של אחוזון 85 מכלי הרכב אינה עולה על 60 קמ"ש. 2. מרחק הרמזור (והמעבר) המוצעים מהצומת הקרוב, באזור מרכז העיר- לפחות 100 מ'. באזורים עירוניים אחרים- לפחות 300 מ'". איור א.28 מציג את ההצדק של שילוב נפחי הולכי רגל במעבר החצייה ונפחי כלי רכב על מעבר החצייה.



איור א.28. הצדק לרמזור מעבר חצייה לא בצומת (מקור הנחיות לתכנון רמזורים (1981))

בישראל מספר הרמזורים במעברי חצייה לא בצומת הוא מועט. במדינות אחרות קיימים הצדקים שונים. לדוגמא, בהנחיות אוסטרליות אחד ההצדקים להתקנת רמזור מופעל הולך רגל במעבר חצייה בקטע דרך, מתוך 6, בקרבת בית ספר, בו בשתי תקופות נפרדות של שעה ביום טיפוס חוצים לפחות 50 הולכי רגל ולפחות 600 כלי רכב, ובתנאי שמכפלת הולכי רגל ומספר כלי רכב באותה שעה תעלה על 40,000. באנגליה קיימים במעברי חצייה מרומזרים רמזורים שונים מרמזורי צומת. לדוגמא, רמזור מסוג Pelican המופעל על ידי לחצן הולך רגל. לאחר מופע הולך רגל, פנסי רמזור הרכב מהבהבים בצהוב למספר שניות. במשך ההבהוב, אם מעבר החצייה פנוי, מותר לנהג להתחיל בנסיעה. הסיבה לשוני בין רמזור ה Pelican לבין רמזור צומת היא הרצון לצמצם את עיכובי הרכב.

מניתוח של המחקרים שערכו Elvik and Vaa (2004) על תאונות במעברי חצייה מרומזרים מופעלי דרישת הולכי רגל, בקטעי דרך, עולה כי רמזור מעבר חצייה בקטע דרך גרם להפחתה ממוצעת של 7% בתאונות עם נפגעים, כאשר ההפחתה הממוצעת של תאונות הולכי רגל עם נפגעים היא 12% וההפחתה הממוצעת של תאונות רכב עם נפגעים היא 2%.

2.6.4 תזמון רמזורים: ירוק להולכי רגל יחד עם ירוק לרכב בקונפליקט שמקדים ירוק רכב בקונפליקט

כאשר קיים בצומת מרומזר מצב בו הפנייה ימינה עם מהבהב מותנה בקונפליקט עם מופע מעבר החצייה שמעבר לפנייה, ניתן לשפר את בטיחות הולכי הרגל על ידי תזמון רמזורים אשר מקדים את המופע של הולכי רגל ואחר ההקדמה ניתן ירוק משותף למופעי הרכב והולכי הרגל (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

במחקר של Van Houten, Retting, Farmer, Van Houten (1997) בארה"ב, שונה תזמון הרמזור כך שמופע הולכי רגל התחיל 3 שניות לפני מופע הרכב. הקדמת המופע להולכי רגל הפחיתה ב-95% את הקונפליקטים עבור הולכי רגל שהתחילו לחצות בתחילת אינטרוול ההליכה. ירידה זו הייתה קטנה יותר עבור מבוגרים (89%) בהשוואה ללא מבוגרים (97%). כמו כן, ההסתברות שהולכי רגל יצטרכו לתת זכות קדימה לרכב ירדה בשיעור של 60%. המרחק שעוברים הולכי רגל, במהלך הקדמת מופע הולכי הרגל, מאפשר להם לקבל את זכות הקדימה שלהם מנהגי כלי רכב הנמצאים במצב עמידה. השימוש בהקדמת המופע להולכי הרגל הופכת עבורם את החצייה לבטוחה ומעניקה להם תחושת רבה יותר של נוחות וביטחון.

בצומת אחד באורלנדו פלורידה בארה"ב, הקדימו מופע להולך רגל ב-4 שניות ביחס למופע רכב פונה ימינה. הותקן גם שלט מואר לנהג אשר בזמן ירוק משותף המסר שלו "תן זכות קדימה להולך רגל", ובזמן האדום לנהג: "אסורה פנייה ימינה באדום". הצומת פעל ב-2 פאזות. הפאזה הוגדלה ב-6 שניות. בבדיקת לפני/אחרי לא נמצאה ירידה בתאונות הולכי רגל, אך נמצאה ירידה בקונפליקטים בין כלי רכב והולכי רגל. לא הייתה עלייה ברמת שרות לרכב (Harkey and Zegeer, Case Study 65, 2004).

בשלושה צמתים בפטרסבורג פלורידה בארה"ב, בהם נפח הולכי רגל חוצים היה 60 לשעה, הוקדם מופע ירוק הולכי רגל ב-3 שניות על חשבון הארכת זמן הכול אדום ב-3 שניות. בבדיקת לפני/אחרי נמצא כי כמות הקונפליקטים בין כלי רכב והולכי רגל ירדה. חילקו את משך הירוק ב-3 צמתים ל-44 תקופות זמן. לפני ביצוע השינוי, בממוצע לתקופות זמן אלו היו 2 ו-3 קונפליקטים ל-100 חציות הולכי רגל, עם מספר קטן של תקופות בהם היו עד 5 קונפליקטים ל-100 חציות. אחרי ביצוע שינוי הקדמת ירוק להולכי רגל, ב-34 תקופות לא היו כלל קונפליקטים ולא היו יותר מ-2 קונפליקטים ל-100 חציות לתקופה. לא הייתה פגיעה ברמת שרות לרכב אחרי ביצוע השינוי (Harkey and Zegeer, Case Study 66, 2004).

2.6.5 תזמון רמזורים: פאזה בלעדית ירוק להולכי רגל (מאפשר חצייה בכל הכוונים בצומת כולל באלכסון)

מתאים לצמתים מרומזרים עם נפחי הולכי רגל גבוהים, לפחות 1,200 הולכי רגל חוצים ביממה. בדרך כלל באזור מרכז עסקים ראשי של עיר (מעבר חצייה). ניתן לבצע פיתרון זה רק במידה ותוספת פאזה בלעדית לכל מעברי החצייה לא פוגעת במידה גדולה ברמת השרות של הצומת המרומזר (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).



איור א.29. חציית הולכי רגל באלכסון במופע בלעדי (מקור Harkey and Zegeer, 2004)

מחקר של Zegeer, Opiela, and Cynecki (1983) בארה"ב על חלופות רמזור להולכי רגל הראה כי פאזה בלעדית לכל מעברי החצייה בצמתים במספר אזורי מרכז עיר, בהם נפחים גבוהים של הולכי רגל (מעל 1,200 הולכי רגל ליממה) ומהירויות ונפחים נמוכים של כלי רכב, הביאה להפחתה של 50% בתאונות הולכי רגל.

בבורלי הילס קליפורניה בארה"ב, ב-8 צמתים במרכז עיר עם תנועת הולכי רגל רבה (בין 850 הולכי רגל לשעה לבין 2500 הולכי רגל לשעה) הותקנה פאזה בלעדית להולכי רגל וסומנו מעברי חצייה גם באלכסון. חושבה רמת שרות הצומת לפני התקנת פאזה בלעדית להולכי רגל ואחרי התקנתה. לפני ההתקנה, ב-7 צמתים הייתה רמת השרות A ובצומת אחד רמת שרות B. אחרי התקנת פאזה בלעדית ב-3 צמתים הייתה רמת שרות A, ב-2 B, באחד C, באחד D, ובאחד E. הפאזה הבלעדית בצמתים עם רמת שרות D ו-E בוטלה. בדיקת תאונות לפני/אחרי הראתה ירידה של 66% בתאונות הולכי רגל. בשני הצמתים שבהם בוטלה פאזה בלעדית לא היה שינוי. בכל אזור מעבר החצייה הייתה ירידה של 26% בתאונות הולכי רגל (Harkey and Zegeer, Case Study 23, 2004).

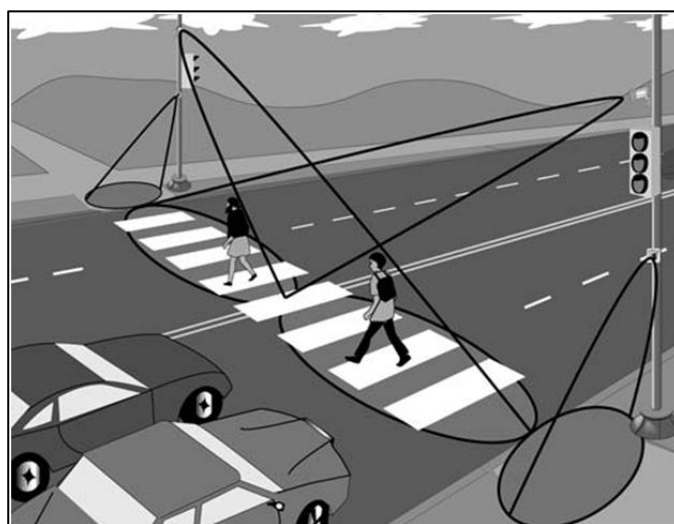
2.6.6 ברמזור: הוספת גלאי אוטומטי להולכי רגל במקום לחצן דרישה

החלפת לחצני דרישה בגלאי אוטומטי לזיהוי הולכי רגל על פי מחקר שערך Hughes, Ronald, Huang, Zegeer, and Cynecki (2000) גרמה לשיפור בהיענות הולכי רגל לרמזור והקטנת

קונפליקטים בין הולכי רגל ורכב. הבעיה שטכנולוגיה זו עדיין לא מספיק אמינה ולכן מוגדרת כניסיונית (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

2.6.7 ברמזור: הוספת גלאי אוטומטי להולכי רגל לפינוי הולך רגל

הוספת גלאי אוטומטי להולך רגל לפינוי הולך רגל יכולה לשפר בטיחות של הולכי רגל איטיים. במחקר של FHWA שנערך בלאס וגאס וסן פרנסיסקו, על פי מאמר של Redmon (2005), נבדק זיהוי אוטומטי של הולכי רגל במעבר חצייה באמצעות מצלמות. ברגע שהולך רגל חוצה את הכביש הוא מזוהה ע"י המערכת ורמזור הולכי הרגל מופעל. המערכת מופעלת כל עוד הולך רגל חוצה את מעבר החצייה ועל כן יכולה להאריך את זמן הופעת האור הירוק ברמזור הולכי רגל. עדיין אין תוצאות סופיות. הטכנולוגיות לזיהוי הולכי רגל מבלי שילחצו על לחצן החצייה עדיין אינן מספיק מהימנות. קימת דרישה לזהות כל הולך רגל וצריך לדייק ב 100%, ובאותו זמן יש להימנע מקריאות שווא כשאין הולכי רגל במעבר חצייה.



איור א.30. מערכת גלאי הולכי רגל ברמזור (מקור Harkey and Zegeer, 2004)

2.6.8 ברמזור בירוק משותף לרכב פונה ימינה ולהולך רגל: הוספת פנס דמוי עיניים זזות להזהרת הולכי רגל

מהות הפתרון: התקנת פנסי LED ע"ג רמזורי הולכי רגל. הפנסים המהבהבים בצורת עיניים מונפשות מיועדים להולכי רגל כאשר הם צריכים לתת זכות קדימה לרכב פונה ימינה ברמזור עם מופע הולך רגל משותף למופע רכב הפונה ימינה. במהלך הפעלת התצוגה, העיניים המונפשות סורקות מצד לצד ומזכירות להולכי רגל להתבונן לצד ממנו בא הרכב.

במחקר של FHWA על פי מאמר של Redmon (2005), זהו אחד האמצעים הנבדקים בלאס וגאס ובסן פרנסיסקו. אין עדיין ממצאים כי ההתקן עדיין בבדיקה.

תצוגות עיניים מונפשות עבור רמזורי הולכי רגל כבר משולבות בסטנדרטים של MUTCD (Manual on Uniform Traffic Control Devices).

במחקר של Van Houten et al (1999), נבחן שימוש בתצוגת "עיניים" עבור רמזור הולכי רגל, שמכילה LEDs כחולים - שתי עיניים כחולות עם גלגלי עיניים כחולים שסורקות ימינה ושמאלה בקצב של מחזור אחד בשנייה. העיניים מוקמו בשני מקומות: אחד מעל לסמל הסטנדרטי של יד (להמתנה) ואחד מעל לאדם החוצה (להליכה), שגם הם היו בקונפיגורציית LED. בניסוי כללו את תצוגת העיניים או מייד לפני סיגנל ההליכה למשך 2.5 שניות, או בו-זמנית עם תחילת סיגנל ההליכה למשך 2.5 שניות, או בו-זמנית ואז חוזר על עצמו כל 9.5 שניות במהלך סיגנל ההליכה. מדדי הבדיקה כללו תצפיות על התנהגות ההסתכלות של הולכי רגל וקונפליקטים בין הולכי רגל ורכבים פונים. אחוז הולכי הרגל שלא מסתכלים ומחפשים אחר מכוניות פונות ירד משמעותית בקבוצה של הולכי הרגל שנצפו בתחילת מחזור ההליכה (מ- 32% במהלך ה baseline ל- 10% עם תצוגת עיניים בתחילת אינטרוול החצייה, ול- 3% כאשר תצוגת העיניים וסמל ההליכה הוצגו בהתחלה ואז חזרו על עצמם). נתונים דומים על עלייה בהתנהגות ההסתכלות דווחו עבור הולכי רגל שנצפו במהלך מחזור ההליכה. קונפליקטים בין הולכי רגל ומכוניות פונות ירדו במידה משמעותית כתוצאה משימוש בתצוגת העיניים.



איור א.31. פנס דמוי עיניים ברמזור להזהרת הולכי רגל (מקור מדריך NCHRP500)

2.6.9 ברמזור: הבהוב פנס הולך רגל בזמן פינוי

זמן פינוי הולך רגל מוגדר כמשך הזמן הנחוץ להולך רגל שהתחיל לחצות ברגע בו הסתיים המופע הירוק עד שהשלים את חצייתו. על פי החוק הולך רגל שהתחיל בחצייה לפני זמן הפינוי, צריך לסיים את חצייתו, והולך רגל שלא התחיל בחצייה לפני זמן הפינוי אסור לו להתחיל בחצייה. בתוכנית הרמזור, המתכנן מחשב זמן זה לכל קטע מעבר חצייה מרומזר על פי אורך החצייה והנחת תכנון למהירות הולך הרגל המפנה. המתכנן מוודא שבזמן הפינוי לא תותר לתנועה של רכב עוין, הגעה למעבר החצייה המפונה. בארץ, בזמן פינוי הולך רגל, פנס הרמזור המואר שרואה הולך הרגל הוא פנס אדום, ולכן בארץ אין הולך הרגל יודע על פי מצב פנסי הרמזור מתי מסתיים זמן הפינוי. הדבר שונה במספר מדינות. באנגליה, רק ברמזורים להולכי המותקנים בקטע דרך שלא בצומת, מסוג Pelican, בזמן פינוי הולך רגל, פנס הולכי הרגל הירוק עם עדשה עליה מצוירת דמות הולכת, מהבהב. יש לציין שבגרסה משוכללת יותר של רמזור למעבר חצייה בקטע דרך, מסוג Puffin, אין

פנסים להולכי רגל בצד הרחוק של מעבר החצייה, ואין אינדיקציה להולך הרגל על זמן פינוי. בארה"ב, על פי הסטנדרטים של MUTCD (Manual on Uniform Traffic Control Devices), בזמן פינוי, פנס הולכי הרגל האדום עם עדשה עליה מצוירת יד, מהבהב. על פי דו"ח NCHRP500 (2004), אנשים רבים אינם מבינים את פרוש סימני הרמזור, במיוחד סימן "אל תחצה". בהנחיות התכנון של המדינות השונות באות לביטוי שתי גישות: גישה 1: תן למשתמש יותר מידע על מנת שיתנהג נכון. החיסרון של הגישה - יותר מידע עלול לגרום ליותר אי הבנה וטעויות. גישה 2: תן למשתמש מינימום מידע. החיסרון - יש מצבים של אי בהירות עקב מידע חסר. לא נמצאו מחקרים המשווים את בטיחות הולכי הרגל ברמזורים הפועלים על פי שתי גישות אלו.



איור א.32. שלט הדרכה על משמעות אותות רמזור להולכי רגל כולל הבהוב אות בצורת יד (מקור Harkey and Zegeer, 2004)



איור א.33. לחצן עם חווי אותות להולך רגל ברמזור אנגלי מסוג Pelican

2.6.10 ברמזור: התקנת פנסי ספירה לאחור להולך רגל המראה סוף זמן פינוי מעבר החצייה

הפתרון נועד ליידע את הולך הרגל כמה זמן נותר לו להשלמת החצייה. מתאים לשימוש במעברי חצייה ארוכים. מהות הפתרון: התקנת פנס עם תצוגת ספרות סמוך לפנס הולך הרגל. הספרות מציינות זמן בשניות שהולך ופוחת עד לסיום זמן פינוי מעבר החצייה. השעון מתחיל בספירה לאחור, או בתחילת ירוק להולכי הרגל, או בתחילת זמן פינוי מעבר החצייה מהולכי הרגל. תחילת זמן פינוי מעבר החצייה הוא הרגע בו כבה פנס הולך רגל ירוק שמשמעותו "חצה את הכביש", ונדלק פנס הולך רגל אדום בהבהוב, שמשמעותו "אסור להתחיל בחציית הכביש ומי שנמצא בכביש, יפנהו מיד". על פי הנחיות לתכנון רמזורים (1981), בזמן פינוי מעבר החצייה, בפנסי הולך הרגל דולקות הנורות האדומות "אסור לחצות" וכך אין להולך הרגל אינדיקציה מתי מסתיים זמן פינוי מעבר החצייה, בשונה מהקיים בארה"ב, שם בזמן פינוי הולך הרגל בפנסי הולך הרגל מהבהבות הנורות האדומות "אסור לחצות", ובשונה מהקיים באנגליה במעבר חצייה מרומזר בקטע דרך מסוג Pelican, שם בזמן פינוי הולך הרגל, בפנסי הולך הרגל מהבהבות הנורות הירוקות "חצה את הכביש".

במחקר של FHWA שנערך ב-3 ערים בארה"ב: לאס וגאס, מיאמי וסן פרנסיסקו, על פי מאמר של Redmon (2005), זהו אחד האמצעים הנבדקים. התקבלו פידבקים חיוביים מהולכי רגל והמחקרים מראים השפעות חיוביות: אחוז הולכי הרגל המבצעים מה שנקרא "חצייה מוצלחת" (הגיעו לצד השני של מעבר החצייה לפני שהאור התחלף) גדול משמעותית כאשר מציבים פנסי ספירה לאחור. בנוסף, המחקר מראה כי שימוש באמצעי זה משפר קבלת החלטות: הולך רגל שנמצא באמצע מעבר החצייה ורואה שהזמן הולך ומסתיים יגביר את מהירותו כדי לסיים לחצות במהירות. שימוש באמצעי זה מוביל יותר הולכי רגל ללחוץ על לחצן החצייה, כיוון שהם מקבלים פידבק מיידי על הזמן שנותר להתחלפות הרמזור. פתרון זה כבר משולב בסטנדרטים של MUTCD (Manual on Uniform Traffic Control Devices).

במונטרי קליפורניה בארה"ב הותקנו פנסי ספירה לאחור בשני צמתים עם מעברי חצייה ארוכים ועם תנועת הולכי רגל רבה, האחד באורך 38 מ' עם אי מפלט עם לחצן הפעלה לירוק בחצייה, והשני באורך 32 מ'. מבדיקת לפני/אחרי נמצא כי פחות הולכי רגל התחילו לחצות באדום מהבהב. אחרי ההתקנה של פנסי הספירה לאחור, מבין הממתינים לחצייה, 13% היו ילדים ו-83% היו מבוגרים. אחרי ההתקנה, יותר הולכי רגל נעצרו במפרדה, אך רובם חצו באדום במרווח בין כלי רכב (Harkey and Zegeer, Case Study 62, 2004).

בסן פרנסיסקו קליפורניה בארה"ב הותקנו פנסי ספירה לאחור ב-10 צמתים. מבדיקת לפני/אחרי, נמצא כי אחוז הולכי רגל שהיו במעבר החצייה בתחילת האות האדום הקבוע ירד באופן מובהק סטטיסטי מ-14% ל-9%. אחוז הולכי הרגל שהתחילו לחצות באדום ובאדום מהבהב ירד במידה מועטה. אחוז הולכי רגל שרצו להשלמת החצייה ירד בצורה מובהקת סטטיסטית מ-13% ל-8%. כמות הקונפליקטים בין רכב והולך רגל פחתה מ-6% ל-4%. כמות הולכי רגל שהשלימו חצייה באדום ירדה. הייתה ירידה מועטה במספר הולכי רגל שהתחילו לחצות באדום מהבהב (Harkey and Zegeer, Case Study 63, 2004).



איור א.34. פנס ספירה לאחור לסוף זמן פינוי (מקור Harkey and Zegeer, 2004)

2.6.11 ברמזור: הוספת אות קולי לפנסי הולכי רגל

בהנחיות לתכנון רמזורים (1981) אין התייחסות לנושא זה.

בתקן ישראלי מס' 1918 חלק 2 (2001) בפרק 2.6.3.7. נדרש אות קולי בתדירות כ- 1.5 פעימות בשנייה בהידלק האור האדום לעצירת הולכי רגל ואות קולי בתדירות כ- 6.5 פעימות בשנייה בהידלק האור הירוק למעבר הולכי רגל, ובהערה מצוין שמומלץ שכל רמזורי השמע ישמיעו את אותו הצליל.

במחקרים הבאים נבחן אות קולי המשמיע צליל אך ורק בזמן שמופיע אור ירוק ברמזור הולכי רגל. האות הקולי מתחיל להישמע עם הופעת האור הירוק ומסתיים כאשר האור ברמזור הופך לאדום:

ממחקר שעשה Wilson (1980), שימוש באותות קוליים ברמזור להולכי רגל הפחית ב- 5% את זמן חציית הכביש כאשר הופיע האות הקולי להליכה. בנוסף, מספר קטן של אנשים לא הצליחו להשלים את חציית הכביש במהלך מופע ההליכה. לפיכך הוסק כי יש השפעות בטיחותיות חיוביות לאות קולי, כולל ירידה קטנה אך משמעותית בעיכוב עבור אנשים שאינם מוגבלים. לא התקבל מידע על התנהגותם של אנשים עיוורים שחצו לבדם ללא ליווי. כאשר יש סבירות שמספר רב של הולכי רגל עיוורים או חרשים יחצו את הכביש, כדאי להשתמש בתמרורים המזהירים נהגים מפני נוכחותם האפשרית.

בשני מחקרים על הולכי רגל עם מגבלות ראייה והתמצאות נמצאו מספר בעיות. מוגבלי ראייה לא יכולים לדעת אם הלחצן נלחץ. הם מתקשים במציאת הלחצן. האות הקולי לא מצוין איזה מבין מעברי החצייה ירוק, או שהם לא יכולים להשתמש באות הקולי כהדרכה לחציית המעבר (Bentzen, 1999; Barlow and Franck, 2000).

בהרבה מדינות באירופה, שבהם השימוש באות קולי נרחב יותר בהשוואה לארה"ב, מאמינים שהאות הקולי מגדיל את מהירות החצייה של רוב הולכי הרגל, דבר שמקטין את אורך המופע ברמזור הדרוש לחצייה. האות הקולי מגדיל בטיחות לאנשים עם מוגבלות קוגניטיבית (NCHRP500, 2004).

2.7. אמצעים אחרים

נוסף לאמצעים ההנדסיים שתוארו לעיל, ישנם אמצעים נוספים שיש להתחשב בהם בתנאים מסוימים. חינוך לבטיחות בדרכים נחשב לגישה "רכה" לקידום שימוש רצוי בדרך, לעומת הצבת מגבלות חיצוניות על האינדיבידואל (כפי שקורה באכיפה והתערבויות הנדסיות). החינוך נשען על שכנוע אנשים לאמץ התנהגות מתאימה. אכיפה של חוקי תנועה משמשת לשליטה או לשינוי התנהגות משתמשי הדרך כדי לשפר את הבטיחות בדרכים.

טבלה א.12 כוללת את האמצעים הנוספים לשיפור בטיחות הולכי רגל.

טבלה א.12: אמצעים אחרים

2.7.1	באזור בית ספר: ליווי מבוגרים למשמרות זה"ב
2.7.2	באזור בית ספר: משמרות זה"ב
2.7.3	באזור בית ספר: אכיפת משטרה - מהירות, זכות קדימה להולכי רגל במעבר חצייה, איסור חנייה
2.7.4	באזור התקרבות לבית ספר: התקנת תמרורי אזהרה
2.7.5	בבית ספר: תוכניות לימוד לדרכים בטוחות להגעה רגלית לבית ספר
2.7.6	ברשות מקומית: ביצוע תוכנית ממוקדת ומשולבת לשיפור בטיחות הולכי רגל (חינוך, הסברה, אכיפה ושיפור תשתיות)
2.7.7	בבית ספר: הדרכה להורים (עצירת רכב בקרבת בית ספר)
2.7.8	באזור בית ספר: הסדרת אזור הורדת/העלאת ילדים לכלי רכב
2.7.9	זיהוי שכונה או אזור ע"י אלמנטים ייחודיים: שילוט רחובות, שערים, גיבון, תאורה
2.7.10	הסברה להולכי רגל באמצעות קמפינים
2.7.11	אכיפה משטרתית - זכות קדימה להולכי רגל במעבר חצייה, מהירות
2.7.12	הקמת רשת הליכה בעיר
2.7.13	שיפור נראות הולכי רגל בשעות חשכה ע"י לבישת אביזרים מחזירי אור
2.7.14	תכנון רכב לצמצום חומרת הפגיעה בהולכי רגל
2.7.15	הוספת התקנים לרכב למניעת התנגשויות עם הולכי רגל

2.7.1 באזור בית ספר: ליווי מבוגרים למשמרות זה"ב

ליווי מבוגרים למשמרות זה"ב במעברי חצייה להגברת הבטיחות של ילדים באזור בית ספר. המבוגרים צריכים להיות מאומנים היטב ומצוידים באפוד זוהר ושלט עצור (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004). הקושי באמצעי זה הוא השגת מימון להדרכת מספר גדול של מבוגרים לליווי משמרות זה"ב וביצוע בקרה על פעילותם.

כמעט ולא התבצעה הערכה של היעילות הכוללת של תוכניות מעין אלה בהתייחס למדדי תאונות. אולם, ישנו שימוש נרחב בשיטות ובפרוצדורות של אסטרטגיה זו והן נחשבות כתורמות לבטיחות. השימוש במבוגרים מאומנים למשמרות זה"ב נמצא כאחד מהאמצעים היעילים ביותר כדי לעזור לילדים לחצות בבטחה את הרחוב (Zegeer and Zegeer, 1988).

2.7.2 באזור בית ספר: משמרות זה"ב

משמרות זהירות בדרכים הכוללות ילדים המצוידים באפוד זוהר ובשלט עצור להגברת הבטיחות של ילדים באזור בית ספר. הילדים עומדים בשעות תחילת וסיום הלימודים במעברי חצייה הסמוכים לבית ספר ומסייעים לילדים בחציית הכביש. כאשר רכב מתקרב למעבר חצייה וילדים רוצים לחצות, משמרות הזה"ב מורידים את שלט העצור ומסמנים לנהגים לעצור ולתת זכות קדימה לילדים החוצים. אמצעי זה מקובל בארץ. בספרות לא נמצאו ממצאים על השפעת האמצעי על בטיחות הולכי רגל.

2.7.3 באזור בית ספר: אכיפת משטרה - מהירות, זכות קדימה להולכי רגל במע"ח, איסור חנייה

אכיפה משטרתית באזורי בתי ספר עשויה להידרש במצבים בהם נהגים מאיצים או לא נותנים זכות קדימה לילדים במעבר חצייה. אכיפה משטרתית נועדה גם לשמור על איסור חנייה ליד צמתים ומעברי חצייה באזור בית ספר (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004). כמעט ולא התבצעה הערכה של היעילות הכוללת של תוכניות מעין אלה בהתייחס למדדי תאונות. אולם, ישנו שימוש נרחב בשיטות ובפרוצדורות של אסטרטגיה זו והן נחשבות כתורמות לבטיחות. בספרות לא נמצאו ממצאים על השפעת האמצעי על בטיחות הולכי רגל.

2.7.4 באזור התקרבות לבית ספר: התקנת תמרורי אזהרה

שימוש בתמרורים וסימונים כמו התמרור שמזהיר על קרבה לבית ספר (ניתן להשתמש בצבע ירוק/צהוב פלורוסנטי חדש המאושר לשימוש בתמרורי אזהרה באזור בית ספר - MUTCD) ותמרור הגבלת מהירות באזור בית ספר. תמרורים אלה מסייעים להפחתת הקונפליקטים בין הולכי רגל לנהגים ולהגברת מודעות נהגים לצורך לחלוק את הכביש עם משתמשים נוספים (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

כמעט ולא התבצעה הערכה של היעילות הכוללת של תוכניות מעין אלה בהתייחס למדדי תאונות. אולם, ישנו שימוש נרחב בשיטות ובפרוצדורות של אסטרטגיה זו והן נחשבות כתורמות לבטיחות. נמצא כי אורות מהבהבים באזור בית ספר (Speed limit 25 MPH when flashing) מפחיתים את מהירות כלי הרכב במוצע של כ- 4 mph (Zegeer, Havens and Deen, 1978), בהתבסס על 48 מיקומי אזורי בתי ספר בקנטאקי. ללא האור המהבהב, מהירות הרכבים הייתה 35-45 MPH. רק 2 מתוך 48 המיקומים חוו ירידה במהירות של 10 או יותר מייל לשעה. במיקומים כפריים, שונות המהירות (ולפיקך, הפוטנציאל לתאונות חזית-אחור) גדלה במהלך תקופת ההבהוב. באופן כללי, רק 18% מכל הנהגים צייתו להגבלת המהירות. הנוכחות של מבוגרים לשמירה במעברי חצייה נמצאה כאחד מהאמצעים היעילים ביותר במונחים של נהגים שצייתו לתמרור הגבלת המהירות המהבהב. גם אכיפה משטרתית תרמה לשיפור היענות להגבלת המהירות.

2.7.5 בבית ספר: תוכניות לימוד לדרכים בטוחות להגעה רגלית לבית הספר

בית ספר צריכים לפתח תוכניות של "דרכים בטוחות להגיע לבית ספר" ולעבוד עם רשויות מקומיות כדי לזהות ולתקן אזורים בעייתיים. מעברי חצייה מסומנים יכולים לעזור להדריך ילדים לדרכים

הטובות ביותר להגיע לבית ספר. אדמיניסטרטורים מטעם בית ספר וארגוני הורים-מורים צריכים לחנך תלמידים והורים לגבי דרכי גישה בטוחים לבית ספר ובחזרה ובטיחות בסביבת בית ספר. יש להדריך ילדים כיצד לחצות בבטחה את הכביש. השגת שיתוף פעולה של נציגי בתי ספר ליישום תוכנית חינוך לבטיחות ילדים-הולכי רגל היא בעייתית (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

בספרות לא נמצאו ממצאים על השפעת האמצעי על בטיחות הולכי רגל.

2.7.6 ברשות מקומית: ביצוע תוכנית ממוקדת ומשולבת לשיפור בטיחות הולכי רגל (חינוך, הסברה, אכיפה ושיפור תשתיות)

קומביניציה של חינוך, הסברה, אכיפה ומערכת כבישים מתוכננת היטב נדרשת כדי לעודד נהגים לנהוג כהלכה ולשפר את בטיחות הולכי הרגל. מדרכות או שבילי הליכה נפרדים הכרחיים למסע בטוח מהבית לבית ספר ברגל או באופניים. מעברי חצייה מסומנים יכולים להנחות ילדים אודות הדרכים הטובות להגיע לבית ספר. בנוסף, ניתן לאסור על חנייה ליד צמתים ומעברי חצייה בקרבת בית ספר ולהגביר את ההשגחה על ילדים במעברי חצייה. מיקום בתי ספר בסביבה בה ילדים יכולים ללכת או לרכב על אופניים בבטחה יתרום להפחתת צפיפות התנועה בקרבת בית ספר (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

פתרון ארוך טווח הוא יצירת סביבה בה ילדים יוכלו ללכת או לרכב על אופניים לבית ספר בבטחה, בתנאי שהם גרים במרחק סביר. קונספט אחד שהיה מוצלח בקהילות מסוימות הוא הקונספט של "אוטובוס הולך" בו מבוגר מלווה ילדים לבית ספר, מתחיל במיקום אחד ואוסף ילדים לאורך הדרך. במהרה, קבוצה גדולה יחסית של ילדים הולכת במבנה קבוע, 2 על 2, תחת השגחה של מבוגר אחראי, אשר נותן את הדעת לחציית כבישים. נוכחות קבוצות מעין אלה משפיעה על התנהגות נהגים, כיוון שהם יותר נוטים לשים לב לקבוצת ילדים הולכים. כל הורה בתורו יכול ללוות את "בית הספר ההולך" (Harkey and Zegeer, 2004).

Cairney (2003) ערך מחקר התנהגותי על הערכת תוכנית ל"דרכים בטוחות להגעה לבית ספר" בויקטוריה, אוסטרליה. התוכנית (SRTS – Safe Routes to School) היא תוכנית קהילתית שמטרתה להפחית את שכיחות וחומרת התאונות המערבות ילדים בגילאי בית ספר (יסודי ותיכון). SRTS הינה תוכנית משולבת המיושמת ברמת הבית ספר אשר משלבת פתרונות הנדסיים, חינוך ואכיפה במידת הצורך. המחקר השווה בין 5 בית ספר בהן יושמה תוכנית ה SRTS בשנתיים-שלוש האחרונות ו- 5 בית ספר שלא השתתפו בתוכנית ה SRTS כביקורת (בתי הספר בשתי הקבוצות הושוו לפי גודל הבית ספר, סוג הכביש ומיקום באותו אזור). המחקר כלל תצפיות התנהגותיות על הורים ותלמידים בזמני הבאת ולקיחת התלמידים, ראיונות עם מנהלים לגבי היקף החינוך לבטיחות בבית ספר, מבחן בטיחות בדרכים לתלמידים לבחינת הבנת התלמידים את נושאי הבטיחות בדרכים ושאלון להורים לגבי מודעותם לתוכנית והשפעתה על התנהגותם. מסקנת המחקר היא שהאפקטיביות של תוכניות ה SRTS תלויה בקומביניציה של שינויים בתשתיות הפיזיות וגיוס ההורים למעורבות בנושאי בטיחות בדרכים המשפיעים על ילדיהם. חינוך לבטיחות בדרכים לא היה מאפיין מבחין כיוון שהייתה רמה גבוהה של חינוך לבטיחות בבית ספר ששמשו כביקורת. ההמלצות העולות

מן המחקר הן: המשך שימוש באמצעים תשתיתיים כמרכיב מרכזי בתוכנית, חיזוק תפקיד ההורים, שיפור הדרך בה המסר "עצור, הסתכל, הקשב, חשוב" נלמדת, מחקרים התנהגותיים עתידיים צריכים להיות מחקרי אורך.

2.7.7 בבית ספר: הדרכה להורים (עצירת רכב בקרבת בית ספר)

אחד מסיכוני הבטיחות הגדולים סביב בית ספר הוא הורים או מבוגרים המורידים ואוספים את ילדיהם. פתרון לבעיה הוא להסביר להורים ביום הראשון ללימודים את כללי ההורדה והאיסוף של ילדיהם באזור בית ספר. אם מדריכים את ההורים לעשות זאת נכון בתחילת שנת הלימודים, סביר שהם ימשיכו להתנהג בצורה נכונה בהמשך השנה (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

בספרות לא נמצאו ממצאים על השפעת האמצעי על בטיחות הולכי רגל.

2.7.8 באזור בית ספר: הסדרת אזור הורדת/העלאת ילדים לכלי רכב

אחד מסיכוני הבטיחות הגדולים סביב בית ספר הוא הורים או מבוגרים המורידים ואוספים את ילדיהם. פתרון לבעיה הוא קיום אזור מסומן בבירור, עם קיבולת מתאימה, בו מורשים ההורים להוריד ולאסוף את ילדיהם. אזור ההורדה צריך להיות ממוקם הרחק מהיכן שילדים חוצים ברגל את הרחוב או הולכים לבית ספר. אזור ההורדה צריך להיות באורך מתאים וכמו כן עליו להיות מופרד מאזור הורדה מאוטובוס (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

אסטרטגיה זו יכולה גם לכלול ניתוב בטוח יותר של אוטובוסי בית ספר. בחירה של תחנות עצירה בטוחות יותר לאוטובוסי בית ספר אף היא חשובה, כיוון שהיא יכולה להשפיע על מספר וסוגי הרחובות שילדים צריכים לחצות כדי להגיע לתחנת האוטובוס (NCHRP500, 2004).

בספרות לא נמצאו ממצאים על השפעת האמצעי על בטיחות הולכי רגל.

2.7.9 זיהוי שכונה או אזור ע"י אלמנטים ייחודיים: שילוט רחובות, שערים, גינות, תאורה

הרבה שכונות או אזורים עסקים רוצים להיות מזוהים בשל האופי הייחודי שלהם. הדבר עשוי לתרום לסביבת ההליכה ולתחושת קהילה ואף להגברת הראות של שכונה או אזור. דוגמאות לאמצעים מסוג זה הם: שערי כניסה, מיתון תנועה, שלטי ברוך הבא, אדניות פרחים, כרזות, תאורת רחוב דקורטיבית, שלטי שמות רחובות ייחודיים, ועוד. אמצעי מסוג זהות שכונות לעיתים נדירות מספק שיפור תחבורתי ישיר כלשהו, אך הוא תומך במאמצי הקהילה להגדיר את שכונתם (Harkey and Zegeer, 2004).

בספרות לא נמצאו ממצאים על השפעת האמצעי על בטיחות הולכי רגל.

2.7.10 הסברה להולכי רגל באמצעות קמפיינים

מתן מידע והדרכה למשתמשי דרך מהווה אסטרטגיה מרכזית בהגברת המודעות וההתנהגות של הולכי רגל ונהגים. אסטרטגיה חינוכית צריכה לעשות יותר מאשר לספק מידע - המטרה היא להניע שינוי בהתנהגויות ספציפיות כדי להפחית את הסיכון לפגיעות הולכי רגל. המסרים החינוכיים המוצלחים ביותר מעודדים אנשים לחשוב על התנהגויות ועמדות כלפי הנסיעה שלהם ועוזרים להם

לקבל החלטות מידועות וטובות יותר. הדרכים בהן עמדות והתנהגויות נסיעה מושפעות נקראות כעת מדיניות "רכה", בניגוד למדיניות "קשה" שמאלצת שינוי (שינויים בתשתית או חוקי תנועה). לגישה משולבת, מולטי-דיסציפלינארית, אשר מקשרת מדיניות קשה ומדיניות רכה ופונה להולכי רגל ונהגים גם יחד, יש את הסיכוי הטוב ביותר להצליח. מדיניות "רכה" משלבת קמפיינים להגברת מודעות הציבור ומטפלת בשאלה מרכזית בקבלת החלטות הן של הולכי רגל והן של נהגים: האם זה שווה שינוי התנהגות מצדי? (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004)

תוכנית מקיפה ומתואמת כוללת גישות רחבות וקמפיינים מכוונים (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

גישות רחבות: ישנן מספר גישות רחבות לחינוך שניתן ליישם במשאבים מצומצמים או במשאבים קיימים. רבות מתוכן מתמקדות בפעולות מתמשכות ברמת המדינה אך ניתן להתאים אותן לשימוש גם ברמה מקומית. הן כוללות:

1. הדגשת מאפייני הולכי הרגל כאשר מכניסים תשתית חדשה: לנצל הזדמנויות ליצירת מודעות ציבורית.

2. שיפור נתוני הולכי רגל: בחינה מחודשת של מידע קיים כדי לתאר בצורה טובה יותר את אופי הבעיה.

3. ביצוע קמפיינים פנימיים בתוך הארגון כדי לבנות את תמיכת הצוות בתוכניות בטיחות להולכי רגל: לשלב נושאי בטיחות הולכי רגל בכל מקום מתאים. למשל, להזמין אנשים שתומכים בדפוסים אלטרנטיביים להציג את הנושאים בישיבות צוות.

4. שילוב מסרים לבטיחות הולכי רגל במאמצי יחסי ציבור: לערוך טיוטות של הודעות לעיתונות, הפצת ניירות עובדה לנציגים מקומיים נבחרים, שילוב נושא הולכי רגל לדוחות או מסמכי מדיניות ועוד.

5. פיתוח קשרים עם סוכנויות מדינה וקבוצות צרכנים בכל רחבי המדינה: להציג מנהיגות ע"י כינוס של צוות משימה או עריכת פגישה אד הוק כדי לדון בנושאים משותפים ולחלוק פעילויות עכשוויות ועתידיות שראויות לשיתוף פעולה.

6. שיווק דפוס תנועה אלטרנטיביים: הדגשת דפוסים אלטרנטיביים לעובדים בארגון. יש להבטיח שיש הסעות לעובדים, מתן מידע על נסיעה משותפת ברכב ותמריצים עבור הליכה לעבודה.

קמפיינים ותוכניות חינוכיות: בחירת האסטרטגיה החינוכית היעילה ביותר תלויה במטרות, בקהל היעד ובמסרים שרוצים להעביר, כמו גם המימון הזמין למאמצים אלו. צעד קריטי ראשון הוא קביעת מי יהיה קהל היעד. אפילו בתוך רמה מסוימת, סוג האסטרטגיה החינוכית הנבחרת תלויה בעד כמה קבוצת המטרה מוכנה לעשות שינוי. ישנם שלושה סוגים ספציפיים של קמפיינים חינוכיים – מודעות ציבורית, קמפיינים מכוונים, קמפיינים אינדיבידואליים. גישות אלו עובדות טוב בתיאום והן יותר משמעותיות כאשר הן חלק מתוכנית ארוכת טווח בהשוואה לפרויקט המתוכנן להשיג שינויים מיידיים קצרי טווח.

קמפיינים למודעות הציבור: קמפיינים אלה יכולים "להכין את הקרקע" ליוזמות בנושא בטיחות הולכי רגל, מה שמגדיל את הסבירות להצלחתן. קמפיינים למודעות הציבור משמשים להשגת תמיכת הציבור ומתחילים את התהליך של שינוי עמדות הציבור כלפי נושאי בטיחות הולכי רגל. קמפיינים טובים יגדילו את הידע ויניעו שינויים בהתנהגות.

קמפיינים לקבוצות מטרות: חומרים חינוכיים המכוונים לקבוצות ספציפיות (נהגים, קשישים, ילדי בית ספר) או סביבות ספציפיות (אזורי בית ספר, מעברי חצייה) לעיתים קרובות מיועדים לשינוי ידע והתנהגויות. כיוון ששינוי התנהגות יכול להיות משימה ארוכה וקשה, וכיוון שקהל היעד עצמו תמיד משתנה (מבוגרים הופכים להורים, ילדי גן גדלים לילדי בית ספר), קמפיינים אלה נוטים בד"כ להיות מאמצים ממושכים שיש למסדם בתוך הארגונים והקהילות.

קמפיינים אינדיבידואליים: קמפיינים אינדיבידואליים כמו קמפיינים לקבוצות מטרות בד"כ מכוונים לקהל יעד ספציפי. אולם, הם שונים בכך שמגיעים לקהל היעד דרך גורם מתווך. ההתערבות מתרחשת ברמה אינדיבידואלית באמצעות דמויות כמו רופאים, אנשי בטיחות ועוד. ההתערבות למעשה מתבצעת ברמה של אחד על אחד.

שלוש הגישות מספקות טווח אפשרויות להגברת הידע ולשינוי התנהגויות ועמדות אשר יחזקו תוכניות לבטיחות הולכי רגל בקהילות מקומיות. שילוב גישות אלו מאפשר להגיע לקהל גדול יותר ומגביר את הסבירות להצלחה ארוכת טווח בשינוי התנהגויות ועמדות.

חינוך הולכי רגל צריך להיות מרכיב מתמשך בפעילויות חינוך לבטיחות בתחבורה. יש ליישם תוכניות מקיפות וארוכות טווח ולהשתמש בתוכניות וחומרים מתאימים ומתוכננים היטב עבור הולכי רגל ונהגים בשילוב עם תוכניות אכיפה והנדסה. תוכניות וחומרים חינוכיים צריכים להיות מתאימים ויעילים לקבוצות שונות של אנשים (קבוצה אתנית מסוימת, טווח גילאים וכו'). הדגש צריך להיות על פיתוח חומרים שאנשים רוצים, צריכים וישתמשו בהם יותר מפעם אחת. חומר שמגיע לאנשים צריך להיות מעניין ולכלול מסרים ויזואליים וכתובים (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

מחקרים רבים התבצעו לבדיקת השפעת מאמצי תוכניות חינוכיות על התנהגות הולכי רגל. למשל, הסרט של NHTSA על הקמפיין החינוכי Willie Whistle (Blomberg, Preusser, Hale, and Leaf, 1983) מכוון לילדי גן ומלמד אותם את הדרך הבטוחה לחצות כבישים. לאחר בדיקה מקיפה בלוס אנג'לס, קולומבוס ומילווקי, נצפתה ירידה של יותר מ-30% בתאונות מסוג "dart and dash" בקרב ילדים בגילאים 4-6 אשר יוחסה לסרט. סרט חינוכי בן 15 דקות הנקרא "And Keep On Looking" (Preusser and Lund, 1988) פותח מאוחר יותר ע"י NHTSA להעברת עצות לחציית כבישים לילדים גדולים יותר (4-7) כמו חציית כבישים עמוסים, בטיחות במגרשי חנייה וחצייה במיקומים מרומזרים. האפקטיביות של סרט זה נבחנה באמצעות בחינה בקונטיקט, סיאטל ומילווקי. בבדיקה של שנתיים על השפעות הסרט במילווקי, מספר הילדים בגילאים 9-12 המעורבים בתאונות הולכי רגל ירד ביותר מ-20%. תוצאות חיוביות נמצאו גם בסיאטל במונחים של ההתנהגות הנצפית של ילדים ובקונטיקט באמצעות מידע שנשמר לאחר צפייה בסרט.

באופן כללי, אף על פי שתוכניות חינוכיות ספציפיות עשויות להביא לשינוי בהתנהגויות, עמדות או רמות ידע ואפילו תאונות במחקרים בקנה מידה גדול, הן נראות בעיני NHTSA כמרכיבים חשובים ביוזמות לבטיחות הולכי רגל, אפילו אם הן לא נבדקו בצורה פורמאלית ולא הוכחו כאפקטיביות. זה מכיוון שהן ממלאות תפקיד חשוב בהעלאת מודעות הציבור ובהשלמת פעילויות הנדסיות ופעילויות אכיפה.

2.7.11 אכיפה משטרתית - זכות קדימה להולכי רגל במעבר חצייה, מהירות

אכיפה משטרתית היא מרכיב עיקרי בהגנה על זכות הקדימה של הולכי רגל ובשמירה על סביבה בטוחה עבור כל אופני הנסיעה. קמפיינים לאכיפה שמפורסמים היטב לעיתים קרובות יעילים בהרתעת רשלנות ונהיגה פזיזה ובעידוד נהגים לחלוק את הכביש עם הולכי רגל ורוכבי אופניים, כאשר הם משולבים עם התקני בקרת תנועה הממוקמים אסטרטגית ועם תוכניות לחינוך הציבור. באמצעות אכיפת קוד התנועה, מחדירה המשטרה תחושת נכון ולא נכון בציבור ותורמת לאמינות של תוכניות חינוכיות לבטיחות בתחבורה והתקנים לבקרת התנועה. תוכניות חינוכיות לבטיחות בתחבורה יכולות ליידע וליצור רגישות בקרב הציבור לגבי הצורך והתועלת שבשמירה על חוקי התנועה. למרבה הצער, הידיעה מה לעשות ולמה לעשות לעיתים קרובות אינה מספקת. התנהגות נהיגה טובה וגרועה היא יותר פונקציה של תוצאות ישירות ומיידיות שנבעות מהתנהגות הנהג (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

במהלך השנים המשטרה אכפה באופן עקבי חוקי תנועה הקשורים לנהיגה תחת השפעה, מהירות מופרזת ומעבר באור אדום. המשטרה פתחה דרכים יעילות ומקובלות למדידת התנהגות מעין זו ולעצירת עבריינים. פרוצדורות הצפייה והמדידה של המשטרה והאמצעים המלווים אותם הינם מתוקפים, מקובלים חברתית, ועל פי רוב מקובלים למטרות מתן עדות. אולם, אכיפה של חוקי מתן זכות קדימה הינה קשה יותר, כיוון שכוחות המשטרה מתמקדים בהפרות אובייקטיביות יותר ו/או אינם נותנים הדרכה נאותה לאנשיהם. אכיפה טובה דורשת אכיפת חוקי תנועה מסורתיים כמו גם הבטחת הגנה שווה לנהגים וגם הולכי רגל ורוכבי אופניים. אכיפה יכולה להגביר את ציות הנהגים במעברי חצייה, להגדיל את מודעות הנהגים ו/או שימת הלב של הולכי רגל ולהעניק אמינות להתערבויות הנדסיות (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

בנוסף לפעילויות אכיפה מיוחדות המכוונות לשיפור מתן זכות קדימה להולכי רגל במעברי חצייה מסומנים ולא מסומנים, יש גם לעודד פקידי אכיפת החוק לאכוף בחומרה חוקי הגבלת מהירות במיקומים בהם תנועת הולכי רגל היא רבה ו/או במיקומים בהם ניתוח של נתוני תאונות מצביע על כך שמהירות מופרזת עשויה להיות גורם תורם בתאונות הולכי רגל. אזורי עסקים במרכז העיר, מרכזי קניות, אזורי בית ספר, קמפוסים, בתי"ח, מרכזי קשישים, פארקים ומתקני נופש וכדומה הם כולם מיקומים העשויים להצדיק תשומת לב מיוחדת של פקידי אכיפת החוק כדי להרתיע מפני מהירות מופרזת ולעודד התנהגות נאותה למתן זכות קדימה להולכי רגל החוצים את הכבישים. מיקומים בהם מעבר באור אדום מעמיד את הולכי הרגל בסיכון צריכים גם הם להוות יעד לאכיפה מיוחדת כולל אכיפה אוטומטית היכן שהחוק מאפשר (NCHRP500, 2004).

ישנן מספר פעולות שיכולות לשמש את הרשויות כדי ליישם קמפיינים לאכיפה המכוונים להגן על הולכי רגל. אלו כוללות נוכחות משטרתית מוגברת בסביבת בתי"ס, שכונות מגורים ואזורים אחרים בעלי פעילות גבוהה של הולכי רגל; "עוקצי הולכי רגל" המערבים אנשי משטרה בביגוד אזרחי; וקמפיינים של תקשורת המונים אגרסיביים ומשכנעים בעלי פרופיל גבוה לציון שינוי ולקביעת האג'נדה הציבורית. קמפיינים מסוימים לאכיפה דורשים חקיקה מיוחדת כדי לספק בסיס חוקי לקודי מעברי חצייה מחמירים או שינויים במתן זכות קדימה, בעוד שקמפיינים אחרים פועלים תחת חוקים קיימים (Harkey and Zegeer, 2004).

כדי להיות יעילים, קמפיינים של אכיפה משטרתית צריכים להיות מתוכננים ומאורגנים היטב. עליהם גם להיות רגישים לצרכים ולמאפיינים המיוחדים של השכונה, קבוצת הגיל, קבוצה אתנית וכו' אשר מהווים את היעד לקמפיין. בהקשר לאכיפת מתן זכות קדימה להולכי רגל במעברי חצייה, אנשי משטרה צריכים לקבל הדרכה מראש ואת תמיכת הצוות הבכיר. רשויות המשטרה צריכות ליידע את התובעים והשופטים לפני הצגת הקמפיין כמו גם לעודד ולקדם את תמיכת הציבור ואמצעי התקשורת. פעולות אכיפה של בטיחות הולכי רגל צריכות להתמקד בעבירות החמורות יותר של נהגים והולכי רגל. לעיתים קרובות, משמעות הדבר היא כי תינתן עדיפות לאכיפה של התנהגות הנהג. בשלבים ההתחלתיים פעולות אכיפה צריכות להיות מתוזמנות בתדירות גבוהה ובהדרגה להפחית, אך עליהן להתקיים לטווח ארוך, במיוחד באזורים בעייתיים. כוחות משטרה ללא היסטוריה של פעולות אכיפה מעין אלה צריכות להתחיל עם אזהרות ופליירים לפני שעוברים לנפק הזמנות לדיון. לבסוף, אכיפה של עבירות הולכי רגל צריכה להישמר לסוף, או עד שרוב הנהגים שומרים על רמה גבוהה של מתן זכות קדימה להולכי רגל במעברי חצייה (Harkey and Zegeer, 2004; NCHRP500, 2004).

אין מחקרים כמותיים ידועים אשר קבעו את ההשפעה הספציפית של סוגים שונים של אכיפה משטרתית על פגיעות ומוות של הולכי רגל. ההשפעה של אכיפה לבד על תאונות הולכי רגל היא קשה לכימות בגלל ריבוי הגורמים שמשפיעים על תאונות הולכי רגל. בהרבה מקרים פגיעות ומקרי מוות של הולכי רגל מתרחשים במגוון גדול של מעברי חצייה ובתדירות שאינם מאפשרים ביסוס של יחסים סיבתיים בין תאונות אלה ופעולות אכיפה. תוכניות אכיפה מגדילות את אחוז הנהגים הנותנים זכות קדימה להולכי רגל ואת מודעות הנהגים להולכי הרגל. הן גם יכולות לפנות לנהגים שנוסעים במהירות מופרזת או אלה שעוקפים מכוניות שנותנים זכות קדימה להולכי רגל (NCHRP500, 2004).

בעיר Boulder בארה"ב הכניסו שימוש בטכנולוגיית אכיפה באמצעות מצלמות כדי לאכוף חוקי תנועה של מעבר באור אדום ולשיפור בטיחות במספר צמתים מרומזרים. שנה לאחר הכנסת המצלמות לשימוש נמצאה ירידה של 9% במעבר באור אדום ולאחר שנתיים נמצאה ירידה של 21%. בשני צמתים בהם היה מספר גבוה של תאונות הקשורות למעבר אור אדום, השימוש במצלמות האכיפה הביא לירידה של 50%-75% בתאונות (Harkey and Zegeer, Case Study 67, 2004).

במחקרם, Malenfant and Van Houten (1989) מדדו עלייה גדולה בהתנהגות מתן זכות קדימה בשלוש ערים קנדיות אשר השתמשו באכיפה בשילוב עם חינוך ומספר התערבויות הנדסיות. אף על פי שייתכן והבטיחות הושפעה רבות ע"י ההתערבויות ההנדסיות, מרכיב האכיפה הגביר את

התנהגות מתן זכות קדימה. בתקופה האחרונה, תוכנית זו יושמה במיאמי ביץ' פלורידה להגברת התנהגות מתן זכות קדימה. נתונים שנאספו מראים כי התנהגות מתן זכות קדימה גדלה לאחר התחלת התוכנית, ואסטרטגיות שימור עובדות כדי לשמר את העלייה בהתנהגות מתן זכות קדימה. הנתונים אף הראו כי אכיפת זכות הקדימה של הולכי רגל במעברי חצייה מסומנים במיקומים לא מבוקרים הוכללה למעברי חצייה אחרים. ההכללה נצפתה במיקומים לא מבוקרים בהם לא תוכננה אכיפה, במעברי חצייה ברמזורי תנועה שלא קבלו אכיפה, ובצמתים במיקומים לא מבוקרים ללא סימוני מעברי חצייה.

Britt, Bergman and Moffat (1995), דיווחו על ממצאים דומים מקמפיין אכיפה בנושא ציות נהגים, לחוקי מעבר חצייה מחמירים חדשים במדינת וושינגטון. המדיניות החדשה עודדה שוטרים לרשום שני דוחות לעבירות נהגים עבור כל הזמנה לדין על חציית כביש שלא כהלכה. הערכת המוכנות של נהגים לעצור בצמתים לא מבוקרים להולכי רגל לפני ואחרי קמפיין האכיפה הראתה כי נהגים היו בסבירות גבוהה יותר לעצור באזורים הכוללים יחידות משפחתיות ובתי עסק קטנים מאשר באזורים שאינם למגורים.

2.7.12 הקמת רשת הליכה בעיר

הדרישות התכנוניות העיקריות עבור רשת הולכי רגל הן: להבטיח רמות בטיחות מקובלות, לספק נגישות ליעדים הכי חשובים בעיר, להציע דרכים ישירות ליעד (אחרת לתת תמריצים חזקים כדי לפצות על המעקף), לספק המשכיות, תנאי פני שטח נאותים ותחזוקה מתאימה. בנוסף, רשתות הולכי רגל צריכות לכלול אזורי מנוחה במיקומים נבחרים כדי לאפשר הליכות ארוכות ולאפשר קיום של קשרים חברתיים. תכנון רשתות הולכי רגל בד"כ מתבסס על דרכים קיימות להולכי רגל (OECD, 1998). המטרה להבטיח בטיחות, המשכיות ונוחות באמצעות:

- יצירת קשרים חדשים כדי להימנע מאזורים של תנועה כבדה.
- הרחבת דרכים קיימות היכן שצריך בהתחשב בזרם הולכי הרגל ובקלות התנועה.
- ניקוי הדרך מכל המכשולים
- שיפור תנאי החצייה בנקודת המפגש עם עורקי תנועה.
- הבטחת פני שטח באיכות טובה.
- הכנסת שלטי הכוונה.

כיוון שיישום רשתות הולכי רגל מחייב תכנון זהיר ולעתים קרובות שינויים בקנה מידה גדול בתשתיות העירוניות שמשפיעים או מטילים הגבלות על תנועת כלי רכב, יש להבטיח שמספר גדול ככל האפשר של אנשים משתמשים ברשתות ביעילות. יש להתאימן לתנאי ההליכה של הולכי רגל קשישים או מוגבלים, גם במונחים של המערך הפיזי (הימנעות משיפועים תלולים, מדרגות, מדרכות גבוהות וכו') ובמונחים של ההסדרים המסופקים להם (הסדרים מיוחדים לכסא גלגלים, עזרים להולכי רגל עיוורים וכו') (OECD, 1998).

בספרות לא נמצאו ממצאים על השפעת האמצעי על בטיחות הולכי רגל.

2.7.13 שיפור נראות הולכי רגל בשעות חשכה ע"י לבישת אביזרים מחזירי אור

שימוש באביזרים מחזירי אור להגברת הנראות/בולטות של הולכי רגל בשעות חשכה. חומר מחזיר אור משמש בנעליים, תיקים, ז'קטים וביגוד אחר. מחקרים מצאו כי ביגוד מחזיר אור יכול להגביר את הנראות של הולכי רגל בפקטור של 5. אולם, הבעיה היא שכביסות מרובות מפחיתות את התכונות המחזירות אור של בגדים. יש צורך בקמפיין חינוכי מלווה להעברת החשיבות של הנראות של הולכי רגל בשעות חשכה (NCHRP500, 2004). ASTM International, קבע את הסטנדרט עבור אמצעים מחזירי אור להגברת הנראות של הולכי רגל (American Society for Testing and Materials International, 2003).

בניגוד לממצאים הקשורים לנראות, הממצאים האמפיריים הקושרים בולטות של מחזירי אור ספציפיים לשיעור תאונות אינם חד משמעיים (OECD, 1998). במחקרם, Blomberg, Hale and Preusser (1984) בחנו את האפקטיביות של אמצעים להגברת הנראות של הולכי רגל ורכבי אופניים. מבחני שדה בלילה נערכו על הולכי רגל כנתוני baseline (לבישת טי שירט לבנה ומכנסי גינס כחולים) ההולכים על מסלול מבחן בהשוואה להולכי רגל עם תגים תלויים, פנס, וסט של אצן, וטבעות (חומר זרחני על סרט מצח, סרט שרוול, חגורה וסרט קרסול). האמצעי היעיל לגילוי (Detection) הולכי רגל ממרחק היה הפנס (1379 feet), הטבעות (760 feet) והוסט (744 feet). זיהוי (Recognition) הולכי רגל ממרחק היה יעיל עם שימוש בטבעות (436 feet).

Blomberg, Hale and Preusser (1986, cited in Luoma, Schumann and Traube, 1995) השוו את מרחקי הגילוי והזיהוי של חמש מטרות הולכי רגל שונות בנהיגה בשעת לילה. הם מצאו כי פנסים יצרו את מרחק הגילוי הארוך ביותר (420 מטר), לאחר מכן פסים זרחניים על הראש, מותניים, פרק כף היד וקרסוליים (232 מטר), וסט של אצן (227 מטר), תג מתנדנד (162 מטר) והולכי רגל baseline שלבש חולצת טי שירט לבנה חדשה (68 מטר). אולם המרחקים הממוצעים לזיהוי היו 96, 133, 98, 44 ו 32 מטר בהתאמה. התוצאות הראו כי ביגוד לבן אינו עזר מספיק בולט להולכי רגל. החוקרים הציעו שאמצעים "אנתרופומטריים" כלומר, כאלה שתואמים את צורת התנועה של הגוף האנושי, עשויים להיות בעלי יתרון. התוצאות הראו כי גם המיקום של אביזרים מחזירי אור הוא בעל חשיבות.

Owens, Antonoff and Francis (1994, cited in Luoma et al., 1995) ערכו שני ניסויי סימולציה כדי להעריך את התועלת הפוטנציאלית של אביזרים מחזירי אור שונים עבור ראות הולכי רגל בשעת לילה. שאלת המחקר הייתה האם האביזרים על כל המפרקים המרכזיים יצרו תופעה של תנועה ביולוגית שבאמצעותה הזיהוי של אנשים נעים תשתפר בהשוואה לאביזרים המונחים במיקומים אחרים בגוף. הנבדקים צפו בהקלטת וידיאו של אצן הלוכש 4 אביזרים מחזירי אור שונים והתבקשו להגיב במהירות האפשרית כאשר ראו אצן. התוצאות הראו כי הביצוע היה טוב יותר כאשר האביזרים היו על הגפיים בהשוואה לאביזרים שהיו על הגו (טורסו). כאשר נוספה משימה משנית, הביצוע היה טוב יותר עבור אביזרים ששלבו תנועה ביולוגית בהשוואה לווסט או לפסים שמוקמו שרירותית על הגפיים. החוקרים טענו כי "תנועה ביולוגית" היא חלק חשוב מהגילוי והזיהוי ע"י נהגים. בלילה, תנועות מעין אלה של החומרים מחזירי האור בולטות יותר ומפורשות כתנועה אנושית.

במחקר שדה של Luoma et al (1995), משימת הנבדקים הייתה ללחוץ על לחצן תגובה כאשר הם זיהו הולך רגל לאורך הכביש, בעודם בתוך מכונית עם אורות נמוכים, נוסעים במהירות קבועה בכביש חשוך. נבחנו קונפיגורציות שונות של מחזירי אור. הנבדקים לא ידעו את מיקום המטרות מראש. התוצאות הראו כי מרחק הזיהוי הממוצע היה 40 מטר כאשר לא היו מחזירי אור, 96 מטר עבור מחזירי אור הממוקמים ע"ג הגו (טורסו), 156 מטר עבור מחזירי אור בפרק כף היד ובקרוסוליים ו-169 מטר עבור מחזירי אור ע"ג המפרקים המרכזיים כאשר הולך הרגל התקרב לרכב. כאשר הולך הרגל חצה את הכביש מרחקי הזיהוי היו 35, 136, 241 ו-249 מטר בהתאמה. נבדקים מבוגרים יותר היו זקוקים למרחקים קצרים יותר לזיהוי הולך הרגל. הבדל זה עשוי להיגרם בחלקו מירידה בחדות הראייה או מעיבוד מידע איטי יותר. כמו כן, החוקרים הניחו שנבדקים מבוגרים יותר העדיפו לקבל יותר מידע כדי להחליט האם מטרה נתונה היא הולך רגל. היישום העיקרי של מחקר זה הוא שאביזרים מחזירי אור על הגפיים בהשוואה לאלה שעל הגו הגדילו משמעותית (בערך ב- 60-80%) את מרחק הזיהוי בלילה של הולכי רגל, בדומה לממצאי המחקר של Owens et al. (1994).

Shinar (1985, cited in Aylward and O'Connor, 1987) ערך מחקר שהשווה את מרחק הגילוי של הולכי רגל הלובשים תגים זרחניים בהשוואה להולכי רגל ללא תגים מעין אלה עבור נהגים המתקרבים אליהם. הוא מצא כי לא היה הבדל במרחקי גילוי הולך הרגל למרות שהתג עצמו התגלה הרבה לפני הולך הרגל שלבש אותו. אולם, כיוון שהתג לא קושר להולכי הרגל ע"י הנהגים, התג לא עזר בגילוי הולך הרגל. במחקר המשך Shinar בחן את ציפיות הנהגים ביחס לתגים זרחניים של הולכי רגל ומצא שהתגים היו יעילים רק כאשר רמזו לנהג על הקשר שלהם להולך הרגל. לפיכך, אמצעים הקשורים לנראות בלילה צריכים להתמקד לא רק בשימוש באמצעים באמצעותם הולך הרגל עשוי להיראות, אלא גם יש לוודא שמה שהנהג רואה מזוהה כהולך רגל.

2.7.14 תכנון רכב לצמצום חומרת הפגיעה בהולכי רגל

ניתן להפחית את הפגיעה בהולכי רגל ורוכבי אופניים ע"י יישום טכנולוגיות חדשות בכלי רכב בשתי דרכים: מדדי בטיחות אקטיביים המכוונים למניעת התנגשויות ומדדי בטיחות פאסיביים המכוונים להפחתת חומרת הפגיעה. ברוב ההתנגשויות עם כלי רכב, הולכי רגל ורוכבי אופניים נפגעים מחזית הרכב. יש לדאוג לתכנון חזית הרכב כך שהפגיעה בהולכי רגל ורוכבי אופניים תהיה מזערית. הגנה צידית (Side-underrun) לכלי רכב כבדים שסוגרת את החלל הפתוח בין הגלגלים של רכב כבד נפוצה מאד בהגנה על הולכי רגל ורוכבי אופניים (ETSC, 1999).

במקרה שתאונה אינה יכולה להימנע, התקנים לשיכוך הפגיעה המשולבים בעיצוב הרכב יכולים להפחית את השפעת ההתנגשות על הולך הרגל. מרבית הפגיעות בהולכי רגל מתרחשות בגפיים התחתונות בעוד שרוב הפגיעות הקטלניות הן פגיעות ראש. כדי למזער את השפעת הפגיעה, הוצעו מספר אמצעי ספיגה כמו בולם חבטות, חיפת מנוע קופצת וכריות אוויר בשמשה הקדמית. מערכת להגנת הולך רגל הכוללת כריות אוויר בשמשה הקדמית ומכסה מנוע אקטיבי המתרומם אוטומטית במקרה של התנגשות בהולך רגל יכולה להפחית את הסיכון לפגיעות מאיימות חיים ל-15% לעומת 100% עבור התנגשות במהירות של 40 קמ"ש. כריות אוויר להולכי רגל יכולים להפחית את פגיעות הראש ב-90% ופגיעות בחלק הגוף העליון ב-50% (Gandhi and Trivedi, 2007).

שינויים בעיצוב חזית הרכב (צורה, אורך וקשיחות) יכולים להפחית בצורה משמעותית את חומרת הפגיעה (Janssen, Goudswaard, Versmissen, and Van Kampen, 1990; Van Der Sluis,) (1993; Otte, 1994)

AHLS (Active Hood Lift System), היא מערכת להגנה של הולכי רגל בהתנגשות בין הולך רגל לרכב, העובדת ע"י הרמת החלק המכסה של מנוע המכונית לקבלת מרחב לספיגת אנרגיית הפגיעה, לפני שראשו של הולך רגל פוגע במכסה. התועלת הבטיחותית שבמערכת זו מוגדרת כמספר חיי הולכי רגל שניצלו ע"י שימוש במערכת. במחקר שנועד לכמת את התועלת הבטיחותית של המערכת, Oh, Kang and Kim (2007) ערכו ניתוח של נתוני תאונות הולך רגל-רכב וניסויי סימולציה כדי לפתח מודל הסתברותי למקרי מוות בקרב הולכי רגל על בסיס הקריטריון לפגיעת ראש. ניתוח התוצאות הראה כי ברמת בטחון של 95% מספר חיי הולכי רגל שניצלו ע"י המערכת נע בין 32.8 ל-83.6 הולכי רגל.

2.7.15 הוספת התקנים לרכב למניעת התנגשויות עם הולכי רגל

ההתפתחויות העכשוויות בטכנולוגיה המכונות גם מערכות תחבורה אינטליגנטיות (ITS) הביאו לפיתוח התקנים ברכב לגילוי של מכשולים על גבי הכביש ובצידי. מערכות לשיפור הראייה מאפשרות לנהגים "לראות" הולכי רגל בלילה לפני שהם נראים לעין האנושית. מערכות להתרעה מפני התנגשות המזדהות נוכחות של סכנה ומזהירות נהגים במידה ומזוהה מסלול התנגשות בין הולך רגל לרכב. למרות היתרונות של מערכות ITS הן מהוות חיסרון עבור הולכי רגל כיוון שהן עשויות להגדיל את נפח ומהירות התנועה, דבר המסכן מאד את הולכי הרגל (Dewar, 2002).

קיימים שלושה סוגי מערכות להגברת בטיחות הולכי רגל: התקנים בתוך הרכב, התקנים שהולכי רגל נושאים ומדדים לא ישירים. התקנים בתוך הרכב עשויים לכלול תצוגה עילית שתצביע על נוכחות הולך רגל בכביש. המגבלה היא האפשרות לקריאות שווא במקרים בהם הולכי רגל כמעט סיימו לחצות את הכביש ועל כן אינם נתונים בסכנה. מכשירים ניידים שיחזיקו הולכי רגל כדי לייעץ להם מתי בטוח לחצות עשויים להיות ישימים אם מספיק הולכי רגל ישתמשו בהם, אך הם אינם בעלי ערך עבור ילדים. אפילו אם הם יהיו בשימוש נרחב, נהגים עשויים להטיל את האחריות להימנעות מהתנגשות על הולך הרגל וכתוצאה מכך פחות ישימו לב להולכי הרגל בהשוואה למצב הנוכחי (Dewar, 2002).

ניתן להפחית את הפגיעה בהולכי רגל ורוכבי אופניים ע"י יישום טכנולוגיות חדשות בכלי רכב בשתי דרכים: מדדי בטיחות אקטיביים המכוונים להימנעות מהתנגשויות ומדדי בטיחות פאסיביים המכוונים להפחתת חומרת הפגיעה. בהימנעות מהתנגשויות נכללים מספר אמצעים. בהתייחס לתאורה יש להבחין בין שני אספקטים - נראות הרכב עצמו למשתמשי דרך אחרים (הפעלת אורות הרכב ביום) ושיפור הראייה עבור נהג הרכב. התקנים להגבלת מהירות, מערכות להתחמקות מהתנגשות ובקרת שיוט אוטונומית הם חלק מהאמצעים להורדת שיעור התאונות. מערכות לשיפור הראייה הכוללות שימוש בראדאר, מצלמות אינפרא-אדומות, טכנולוגיות לזיהוי דמויות ותצוגות ראש יכולות לתמוך בנהג במיוחד בלילה ובמזג אוויר גרוע. כמו כן, שימוש במצלמות זעירות כדי להימנע מהנקודה המתה

בחלק האחורי של הרכב, במיוחד חשוב ברכבים כבדים וגדולים כדי למנוע פגיעה במשתמשי דרך בזמן פנייה (ETSC, 1999).

מערכות אקטיביות לשיפור בטיחות הולכי רגל מבוססות על גילוי הולכי רגל וניבוי התנגשויות. גילוי הולכי רגל הוא שלב ראשון בשיפור ההגנה של הולכי רגל. הימנעות מהתנגשות דורשת לא רק גילוי של הולך הרגל אלא גם יש צורך לנבא את האפשרות להתנגשות על סמך הדינאמיקה של הולך הרגל וניתוח התנהגותי, ולייצר אזהרות מתאימות עבור הנהג או סיגנלים למערכות עצירה או התחמקות אוטונומיות. מערכות לגילוי הולכי רגל וניבוי האפשרות להתנגשות מבוססות על סנסורים שונים ואלגוריתמים של Computer Vision. סנסורים הממוקמים ברכב יעילים בגילוי הולכי רגל ואובייקטים אחרים בדרך, אולם הראות מהרכב הינה מוגבלת. לפיכך, מערכות סנסורים שמשובות בתשתיות יוכלו לתת תמונה רחבה ומלאה יותר של הסביבה מלמעלה. מערכות אלה ינטרו את התנועה וישלחו סיגנלים מתאימים לרכב דרך ערוצי תקשורת אלחוטיים. מאחר והצבת מערכות אלה בתשתיות הינה יקרה, הן יועילו במיוחד בצמתים עמוסים ומסוכנים, באזורי בית ספר ובסיבובים ללא שדה ראייה. מערכות מבוססות תשתית יעילות במיוחד לאוטובוסים המבצעים עצירות תכופות בתחנות אוטובוס עם ריכוז גבוה של הולכי רגל. מערכות אלה יכולות לפקח על הולכי הרגל ליד תחנות אוטובוס וצמתים לאורך נתיב הנסיעה של האוטובוס ולשלוח אזהרות לנהג האוטובוס במקרה של מצב מסוכן (Gandhi and Trivedi, 2007).

בשנים 1987-1993 ערך המשרד לתכנון והנדסת תנועה בשבדיה מספר מחקרים על פוטנציאל הבטיחות והפרקטיות של התקן להגבלת מהירות ברכב פרטי. המתקן שנבדק (TempoMaster) הבטיח שמהירות הרכב לא תעלה על המהירות המוגבלת, שנקבעה אוטומטית או ע"י הנהג. המהירות המוגבלת בתחילת הנסיעה נקבעה אוטומטית ל- 50 קמ"ש. עד למהירות זאת הרכב עבד כרגיל, אולם קרוב לסף המהירות, הנהג חש לחץ ברגלו מדווש הדלק ולא ניתן היה להמשיך להאיץ. ברכב הניסוי, ניתן היה לבחור שתי רמות מהירות קבועות (30 ו- 50 קמ"ש) באמצעות לחצנים. 75 אנשים מהרחוב הוזמנו להשתתף במחקר וחולקו לשלוש קבוצות, כאשר כל קבוצה נהגה את נתיב המחקר הארוך של 18 ק"מ בתנאי תנועה אמיתיים, שלוש פעמים בהזדמנויות שונות. קבוצת הביקורת לא השתמשה כלל בהתקן הגבלת המהירות, קבוצה אחת השתמשה בהתקן בנסיעה אחת וקבוצה אחרת השתמשה בהתקן בשתי נסיעות. בחלק העיקרי של נתיב הנסיעה המהירות המוגבלת האמיתית הייתה 50 קמ"ש אולם בחלקים מסוימים הייתה מגבלת מהירות של 30 או 70 קמ"ש. תצפיתן נלווה שינה את מהירות ההתקן בהתאם. ניתוח הנתונים הצביע על עלייה בהסתגלות למהירות במקרים קריטיים עם השימוש בהתקן. כתוצאה מכך נמצאה ירידה משמעותית בקונפליקטים חמורים כאשר נהגים השתמשו בהתקן. כמו כן מהירות הנהיגה עם שימוש בהתקן הייתה נמוכה ויציבה יותר בהשוואה לנהיגה ללא ההתקן (OECD, 1998).

3. דף עמדה: אמצעי חצייה לרוכבי אופניים ולהולכי רגל

לפי סיכום שהוכן ע"י SWOV (2008), בהתאם לעקרונות בטיחות בת קיימא, מומלץ כיום לפעול באופן הבא:

* מהירות כלי הרכב בעורקים גבוהה מדי מכדי להרשות חצייה להולכי רגל (ואופניים). לכן, במקרים כגון: תנועה רבה של הולכי הרגל, נוכחות אנשים בעלי מגבלות, קיום מרחק משמעותי עד למעבר סמוך וכו' - יש לאפשר חצייה בקטע דרך, באמצעות הסדרים שמרסנים מהירויות של כלי הרכב.

* מעבר חצייה ניתן להסדיר ברחובות מאספים דו-סטריים דו-נתיביים עם מהירות מותרת עד 50 קמ"ש. על פי עקרונות של בטיחות בת-קיימא אין לאפשר מעבר חצייה ברחוב מאסף חד-סטרי דו-נתיבי. כמו כן, המהירות בהתקרבות למעבר חצייה לא תעלה על 30 קמ"ש.

* ברחובות מקומיים בהם מתקיימות מהירויות נסיעה נמוכות של כלי הרכב, אין צורך במעברי חצייה מסומנים.

עם זאת, מצינים (SWOV, 2008) כי בשטח קיים מגוון רחב של הסדרי החצייה, מצב אשר גורם לחוסר בהירות לגבי ההתנהגות הצפויה של הולך הרגל החוצה ושל הנהג המתקרב למעבר החצייה.

4. מחקר: השוואה של מעברי חצייה מסומנים ולא מסומנים בצמתים לא

מבוקרים ובקטעי דרך

מחקר של Zegeer (2002) ערך השוואה של מעברי חצייה מסומנים ולא מסומנים בצמתים לא מבוקרים ובקטעי דרך בארה"ב. במחקר, הושו נתוני תאונות מחמש שנים, 1994-1998, ב- 1000 אתרים עם מעברי חצייה מסומנים וב- 1000 אתרים עם מעברי חצייה לא מסומנים, ב- 30 ערים; במחקר לא נכללו מעברים בסמוך לבתי הספר. לאתרים אלו נמדדו נפחי תנועה יומיים של כלי הרכב, וכמו כן, על סמך מדידה של שעה, הוערכו נפחים יומיים של הולכי רגל חוצים.

עקב מספר נמוך יחסית של התאונות (229 תאונות הולכי רגל ב- 2000 אתרים ב- 5 שנים), המחקר השתמש במודל רגרסיה עם התפלגות פואסונית והתפלגות בינומית שלילית. ניתוח זה אפשר למצוא קשרים סטטיסטיים בין מאפייני האתרים ושכיחות התאונות.

הניתוח הראה שמספר גורמים, בנוסף לסימון או אי-סימון של מעבר החצייה, קשורים לתאונות הולכי הרגל. בכלל האתרים, שכיחות גבוהה יותר של התאונות התקשרה עם מאפיינים כגון: מספר גבוה של הולכי רגל חוצים, נפח יומי גבוה של כלי הרכב, מספר גבוה של נתיבים בדרך.

לעומת זאת, המהירות המותרת באתרים לא נמצאה כגורם משפיע על שכיחות התאונות. ממצא זה הוסבר בעיקר ע"י מיעוט הוריאציות של המהירות המותרת באתרים שנבדקו: ב- 93% מהאתרים המהירות המותרת הייתה בין 25 ל- 35 מייל לשעה, דהיינו בין 40 ל- 56 קמ"ש. עם זאת, המחקר הראה שמהירות מותרת גבוהה קשורה לשיעור גבוה יותר של הרוגים ופצועים קשה.

בין ממצאים נוספים של המחקר נמצא כי:

* מפרדה בנויה מפחיתה את שיעור תאונות הולכי הרגל. לעומת זאת, מפרדה לא בנויה, המסומנת כאי תנועה, לא משפרת בטיחות.

* בערים במערב ארה"ב נמצא שיעור תאונות גבוה יותר בהשוואה לערים במזרח ארה"ב.

כל המשתנים המסבירים שנמצאו במחקר: מספר הולכי רגל, נפח תנועה של כלי הרכב, מספר נתיבים, הימצאות מפרדה בנויה - נכנסו למודל המחשב סיכון לתאונה במעברים מסומנים ולא מסומנים.

משתנים אחרים שנמצאו כלא משפיעים הם: סוג אזור - מרכז עיר או שכונת מגורים, מיקום המעבר - צומת או קטע דרך, רחוב חד-סטרי לעומת דו-סטרי, מצב הסימון - ממצוין עד גרוע, סוג הסימון - קווים מקבילים לחצייה, סולם או זברה.

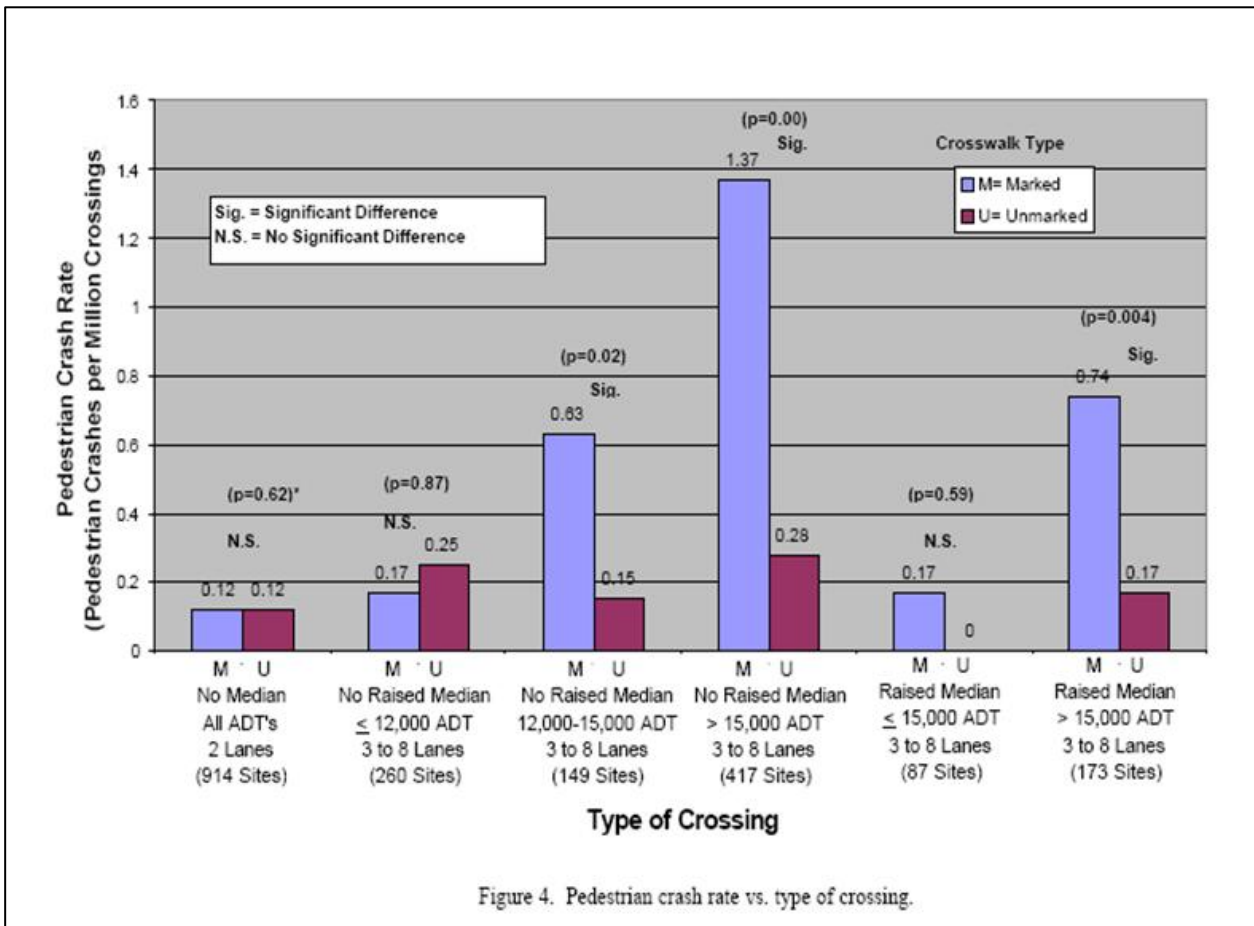
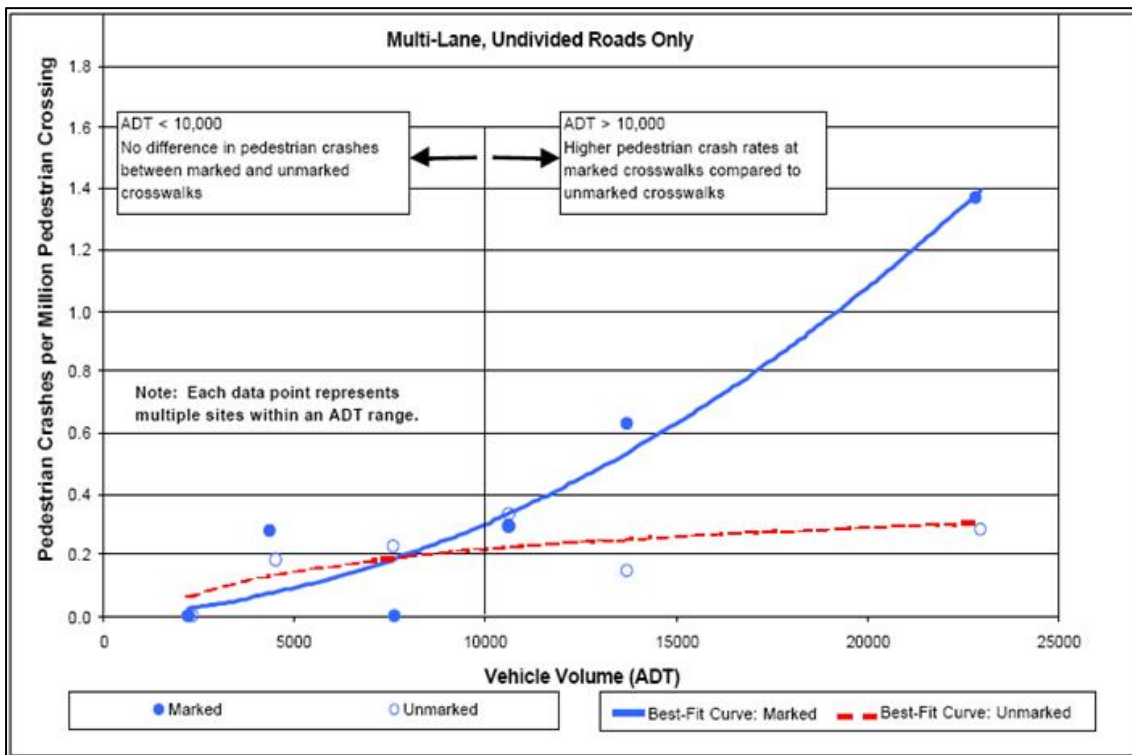


Figure 4. Pedestrian crash rate vs. type of crossing.

שיעור תאונות הולכי הרגל על פי סוג דרך מוצג בציור להלן.

איור א.35. שיעור תאונות הולכי הרגל על פי סוג דרך

הציור להלן מציג את שיעור תאונות הולכי הרגל בדרכים רב-נתיביות ללא מפרדה, לפי נפחי התנועה



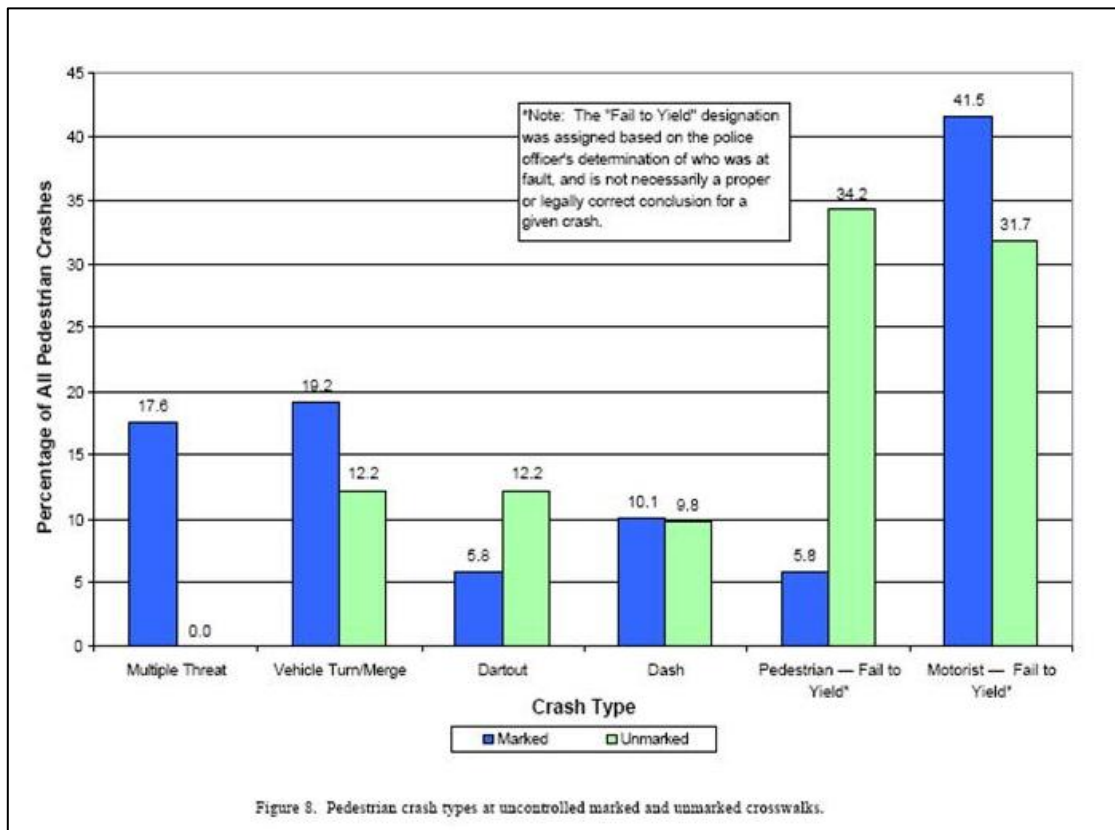
בדרך ומצב סימון/ אי-סימון של מעבר החצייה.

איור א.36. שיעור תאונות הולכי הרגל בדרכים רב-נתיביות ללא מפרדה, לפי נפחי התנועה בדרך ומצב סימון/ אי-סימון של מעבר החצייה

ניתן לראות שבדרכים עם נפח תנועה נמוך, עד 10,000 כלי רכב ביממה, לא נצפה הבדל משמעותי בין שיעורי התאונות במעברים המסומנים לעומת הלא מסומנים.

לעומת זאת, בדרכים עם נפח תנועה גבוה, מעל 10,000 כלי רכב ביממה, נצפו שיעורים גבוהים יותר של תאונות הולכי הרגל במעברים המסומנים לעומת המעברים הלא מסומנים.

הציור להלן מציג את התפלגות התאונות לפי דפוסים, במעברים מסומנים ולא מסומנים. ניתן לראות שדפוס תאונות מוביל באתרים המסומנים הוא אי מתן זכות קדימה להולך רגל ע"י הרכב, בעוד שבאתרים הלא מסומנים קיימים שני דפוסים מובילים: אי מתן זכות קדימה ע"י כלי רכב או ע"י הולך הרגל. בנוסף, ניתן להבחין בציור לעיל שתאונות מסוג "איום מוכפל" אירעו רק במעברים המסומנים.



איור א.37. התפלגות התאונות לפי דפוסים, במעברים מסומנים ולא מסומנים

הצירור להלן מציג הסבר לתאונת "איום מוכפל".

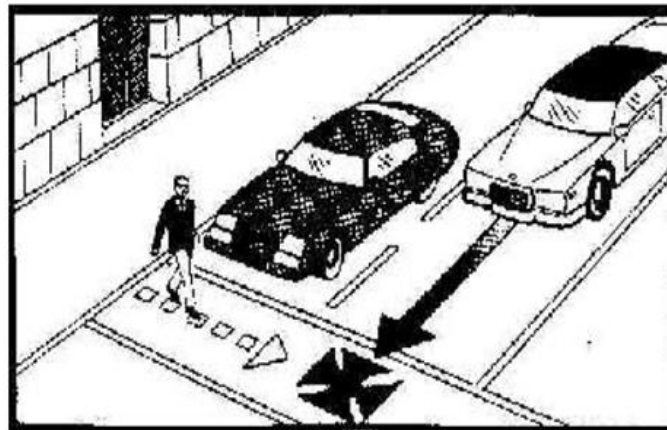


Figure 7. Illustration of multiple-threat pedestrian crash.

איור א.38. תאונת "איום מוכפל"

סיכום הממצאים במחקר של Zegeer (2002) היה כלהלן:

* בדרך דו-נתיבית אין הבדל משמעותי בין תפקוד מעברי חצייה מסומנים לעומת הלא מסומנים.

* בדרך רב-נתיבית עם נפח תנועה עד 12,000 כלי רכב ליממה אין הבדל משמעותי בתפקוד של שני סוגי המעברים.

* בדרך רב-נתיבית ללא מפרדה בנויה, עם נפח תנועה גדול מ- 12,000 כלי רכב ליממה, שיעור תאונות הולכי הרגל במעברי חצייה מסומנים גבוה יותר בהשוואה למעברי חצייה לא מסומנים.

* בדרך רב-נתיבית עם מפרדה בנויה ונפח תנועה גדול מ- 15,000 כלי רכב ליממה, שיעור תאונות במעברי חצייה מסומנים גבוה יותר בהשוואה למעברי חצייה ללא סימון.

על סמך ממצאי המחקר, הוצעו הנחיות לשימוש במעברי חצייה מסומנים ושיפורים אחרים במעברי החצייה (ראה איור א.39), כאשר:

Table 1. Recommendations for installing marked crosswalks and other needed pedestrian improvements at uncontrolled locations.*

Roadway Type (Number of Travel Lanes and Median Type)	Vehicle ADT < 9,000			Vehicle ADT >9000 to 12,000			Vehicle ADT >12,000 - 15,000			Vehicle ADT > 15,000		
	Speed Limit**									≤ 30 mi/h	35 mi/h	40 mi/h
	≤ 30 mi/h	35 mi/h	40 mi/h	≤ 30 mi/h	35 mi/h	40 mi/h	≤ 30 mi/h	35 mi/h	40 mi/h			
2 Lanes	C	C	P	C	C	P	C	C	N	C	P	N
3 Lanes	C	C	P	C	P	P	P	P	N	P	N	N
Multi-Lane (4 or More Lanes) With Raised Median***	C	C	P	C	P	N	P	P	N	N	N	N
Multi-Lane (4 or More Lanes) Without Raised Median	C	P	N	P	P	N	N	N	N	N	N	N

* These guidelines include intersection and midblock locations with no traffic signals or stop signs on the approach to the crossing. They do not apply to school crossings. A two-way center turn lane is not considered a median. Crosswalks should not be installed at locations that could present an increased safety risk to pedestrians, such as where there is poor sight distance, complex or confusing designs, a substantial volume of heavy trucks, or other dangers, without first providing adequate design features and/or traffic control devices. Adding crosswalks alone will not make crossings safer, nor will they necessarily result in more vehicles stopping for pedestrians. Whether or not marked crosswalks are installed, it is important to consider other pedestrian facility enhancements (e.g., raised median, traffic signal, roadway narrowing, enhanced overhead lighting, traffic-calming measures, curb extensions), as needed, to improve the safety of the crossing. These are general recommendations; good engineering judgment should be used in individual cases for deciding where to install crosswalks.

** Where the speed limit exceeds 40 mi/h (64.4 km/h) marked crosswalks alone should not be used at unsignalized locations.

איור א.39. הנחיות לשימוש במעברי חצייה מסומנים ושיפורים אחרים במעברי החצייה

C - מתאים להתקנת מעבר מסומן,

P - תיתכן עליה בסיכון לתאונות הולכי רגל במידה ומעבר מסומן יותקן ללא אמצעים נוספים,

N - מעבר מסומן בלבד אינו מספיק כי צפוי להביא לעליה בסיכון לתאונות. יש לשקול אמצעים אחרים כמו: מיתון תנועה, רמזור וכולי.

הדו"ח כולל גם המלצות ליישום. מומלץ לבצע שיפורים שונים כגון:

* להתקין מפרדות מוגבהות או איי הפרדה .

* להתקין רמזור באתר אשר עונה לתנאי ההצדק לפי ההנחיות הקיימות (MUTCD; כמו כן, מומלץ לעדכן הנחיות להצבת רמזורים במעברי חצייה).

* להקטין אורך חצייה ע"י הצרת מיסעה - בניית אוזניים או הפחתת מספר נתיבים בדרך.

* אמצעים למיתון תנועה.

- * שיפור תאורת לילה.
- * שיפורי תכן גיאומטריים.
- * בניית מעבר בהפרדה מפלסית.
- * שימוש בתמרורי אזהרה (למרות שזה לא הוכח כיעיל במיוחד).
- * בשכונות חדשות - בניית רחובות צרים יותר לשם הפחתת מהירויות נסיעה של כלי הרכב.
- * הגברת שימוש בדרכים מאספות עם 2-3 נתיבים בלבד, על מנת להפחית כמות של רחובות מאספים רב-נתיביים.
- * מניעת חנייה בסמוך למעברי חצייה לשיפור נראות של הולך הרגל החוצה לנהג המתקרב.
- * הקמת מעבר חצייה מדורג באמצעות מפרדה, להפניית הולך הרגל לכיוון תנועת הרכב שהוא עומד לחצות.

5. מחקר: שיפור בטיחות הולכי רגל במעברי חצייה לא מרומזרים

Turner et al (2006) העריכו את התועלת של מספר אמצעים הנדסיים לשיפור בטיחות הולכי רגל החוצים במעברי חצייה מסומנים בצמתים לא מרומזרים בעורקי תנועה עמוסים. האמצעים הנדסיים הוספו למעבר החצייה הבסיסי הכולל סימון צבע על המיסעה. מטרת האמצעים הייתה לשפר את יכולת הולכי רגל לחצות את הכביש, וכמו כן, לשפר את נראות אתר החצייה והולכי הרגל המחכים לחצות. האמצעים שנבחנו היו משלוש קבוצות:

1. שיפור והגברת נראות:
 - * שלטי אזהרה מקדימים.
 - * תמרורים בעלי נראות גבוהה צמודים למעבר החצייה.
 - * איי מפלט להולכי רגל.
 2. "מופעל על פי נוכחות הולך רגל":
 - * סמנים פולטי אור במיסעה מותקנים לרוחב מעבר החצייה.
 - * צמד פנסים עיליים צהובים מהבהבים.
 - * דגלונים לשימוש הולכי רגל חוצים.
 3. אות אדום או פנסים עיליים מהבהבים:
 - * רמזור תנועה רגיל למעבר חצייה בקטע דרך.
 - * חצי רמזור- רמזור המוצב בצומת בין רחוב ראשי למשני הכולל גם מעבר חצייה המופעל על ידי לחצן הולך רגל. לרחוב המשני אין רמזורים.
 - * פנסים מסוג "HAWK": כוללים שלושה פנסי רכב מסודרים בצורת משולש. שני הפנסים העליונים מהבהבים באדום בזמן מופע חציית הולך רגל. במופע רכב, פנס תחתון מהבהב בצהוב. הרמזורים מופעלים על ידי הולך רגל.
- האפקטיביות של האמצעים הללו הוערכה על ידי סקירת ניסויים קודמים ועל ידי ניסוי ב-42 אתרים ב-7 מדינות בארה"ב. הניסוי כלל איסוף נתוני תצפיות על מתן זכות קדימה להולכי רגל ע"י הנהגים באתרים בהם יושמו האמצעים השונים. הולכי הרגל חוצים היו מהאוכלוסייה הכללית וכן, "חציות

מבוימות" ע"י צוות המחקר. איסוף הנתונים בכל אתר התבצע באמצעות מצלמת וידיאו נסתרת. ריכוז תוצאות הניסוי מופיע בטבלה א.13.

בהמשך למחקר פורסם דו"ח מחקר על ידי Fitzpatrick et al (2006). בדו"ח המחקר נמצאת רשימת אמצעי בטיחות המחולקת למספר קבוצות. ברשימה זאת נמצאים אמצעים נוספים לאלו שנבחנו במחקר של Turner et al (2006). בדו"ח המחקר מוצגת שיטה לאיסוף נתונים במעברי חצייה קיימים לשם בחירת סוגי אמצעי בטיחות נוספים להתקנה. הנתונים הדרושים: נפחי תנועה, נפחי הולכי רגל חוצים, מהירות מותרת, מהירות הולכי רגל, מספר מסלולים, רוחב הדרך. בנוסף: הערכת היענות נהגים בסביבה למתן זכות קדימה להולך רגל (גבוהה או נמוכה), וחישוב עיכוב ממוצע להולך רגל.

באמצעות טבלאות עבודה וגרפים המופיעים בדו"ח המחקר ניתן למצוא לכל מעבר חצייה קיים, על פי הנתונים המאפיינים אותו, את קבוצת האמצעים המתאימה ליישום כדי לשפר בו את הבטיחות. בחירת סוג האמצעי מתוך קבוצת האמצעים נעשית באמצעות "שיפוט הנדסי".

קבוצות האמצעים:

1. שלטים משלימים וסימון:

* שילוט אזהרה מקדים עם תמרור הגבלת מהירות. קיימות הנחיות MUTCD.

* שילוט אזהרה מקדים. קיימות הנחיות MUTCD.

* הקדמת קו עצירה בתוספת שלט מקדים. קיימות הנחיות MUTCD.

2. אלמנטים גיאומטריים:

* אי מפלט.

* מפלט רחב על מפרדה בשילוב אלמנטים נופיים.

* מעבר חצייה מוגבה בתוספת שילוט אזהרה מקדים.

* אוזניים בקטע ובצומת.

* הצרת דרך מקומית.

* סימון ותמרור מעבר חצייה. קיימות הנחיות MUTCD.

3. אמצעי הגברת נראות:

* שלטי אזהרה מחומר פלורסנטי עם מסר מדגיש: "חוק מדינה, עצור/ תן זכות קדימה, להולך רגל שנמצא במעבר החצייה".

* סימון בולט של מעבר חצייה (זברה או סולם). קיימות הנחיות MUTCD.

* תמרורים בעלי נראות גבוהה צמודים למעבר החצייה. קיימות הנחיות MUTCD.

* עמודונים גמישים צמודים למעבר החצייה.

טבלה א.13: סיכום הענות למתן זכות קדימה משלושה מקורות

Turner
et al
(2006)

מחקרים אחרים			מחקר נוכחי: TCRP D-08/NCHRP 3-71						קבוצות אמצעים	אמצעים	
הענות למתן זכות קדימה			הענות למתן זכות קדימה			הענות למתן זכות קדימה					
מסקר ספרות			הולכי רגל מאוכלוסיה רגילה			הולכי רגל מבוזרים			מס' אתרים	תחום (%)	ממוצע (%)
ממוצע (%)	תחום (%)	מס' אתרים	ממוצע (%)	תחום (%)	מס' אתרים	ממוצע (%)	תחום (%)	מס' אתרים			
ל"נ	ל"נ	ל"נ	95	91-98	4	99	97-100	2	רמזור רגיל של מעבר חצייה בקטע	אות אדום או פנסים עיליים מהבהבים	
99	99	1	98	96-100	6	97	94-100	6	חצי רמזור		
93	93	1	99	98-100	5	97	94-100	5	רמזור HAWK		
66	8-100	11	ל"נ	ל"נ	ל"נ	ל"נ	ל"נ	ל"נ	סמנים פולטי אור במיסעה	מופעל על פי נוכחות הולך רגל	
52	13-91	10	49	38-62	4	47	29-73	3	פנסים עיליים צהובים מהבהבים מופעלי לחצן		
74	ל"נ	ל"נ	67	61-73	3	31	25-43	3	פנסים עיליים צהובים מהבהבים בגילוי אוטומטי		
ל"נ	ל"נ	ל"נ	74	72-80	4	65	46-79	6	דגלונים לשימוש הולכי רגל		
77	44-97	7	90	84-97	3	87	82-91	3	תמרורי מעבר חצייה ברחוב מהירות מותרת 25-30 mph (40-48 קמ"ש)	שיפור ו/או הגברת נראות	
ל"נ	ל"נ	ל"נ	20	4-35	2	17	10-24	2	תמרורים וסימונים בעלי נראות גבוהה		
52	52	1	91	91	1	61	61	1	מהירות מותרת 35 mph (56 קמ"ש)		
ל"נ	ל"נ	ל"נ	29	7-54	7	34	7-75	6	תמרורים וסימונים בעלי נראות גבוהה מהירות מותרת 25 mph (40 קמ"ש) איי מפלט להולכי רגל		

ל"נ פרושו שנתונים לא נמדדו או לא נמצאו בסקר ספרות
תחום פרושו תחום הענות נהגים למתן זכות קדימה בכל האתרים עם האמצעי
ממוצע פרושו ערך ממוצע של הענות נהגים בכל האתרים עם האמצעי

4. אמצעים אקטיביים (מופעלים על פי דרישת הולך רגל):

- * סמנים פולטי אור מותקנים במיסעה. קיימות הנחיות MUTCD.
- * דגלונים לשימוש הולכי רגל חוצים.
- * צמד פנסים עיליים צהובים מהבהבים. קיימות הנחיות MUTCD.

5. אות אדום:

- * רמזורים מיוחדים למעברי חצייה בקטע דרך הכוללים שלושה פנסי רכב: ירוק עם חץ, צהוב ואדום מהבהב. הרמזורים מופעלים על ידי הולך רגל.
- * חצי רמזור- רמזור המוצב בצומת בין רחוב ראשי למשני הכולל גם מעבר חצייה המופעל על ידי לחצן הולך רגל.
- * פנסים מסוג "HAWK": כוללים שלושה פנסי רכב מסודרים בצורת משולש. שני הפנסים העליונים מהבהבים באדום בזמן מופע חציית הולך רגל. במופע רכב, פנס תחתון מהבהב בצהוב. הרמזורים מופעלים על ידי הולך רגל.
- * פנסים מהבהבים להולכי רגל: בדומה ל "HAWK" כוללים שלושה פנסי רכב מסודרים בצורת משולש. התפעול שונה מ "HAWK": כאשר אין הולך רגל הפנסים כבויים. כאשר הרמזורים מופעלים על ידי הולך רגל, למספר שניות פנס תחתון מהבהב בצהוב, אח"כ 3 שניות צהוב קבוע. בזמן מופע הולך רגל שני הפנסים העליונים באדום קבוע. בזמן פינוי הולך רגל, הפנסים האדומים מהבהבים. מוצע לאישור בעתיד ב- MUTCD.

6. רמזור רגיל במעבר חצייה בקטע דרך. קיימות הנחיות MUTCD.

תוצאת הבדיקה למקום חצייה קיים יכולה להיות אחת מהאפשרויות הבאות:

- * לא לסמן מעבר חצייה. לבצע אלמנטים גיאומטריים.
- * לסמן מעבר חצייה.
- * לסמן מעבר חצייה ולהשתמש באמצעי הגברת נראות או אמצעים אקטיביים.
- * לסמן מעבר חצייה ולהוסיף אמצעי אור אדום.
- * לסמן מעבר חצייה ולהתקין רמזור רגיל.

6. המלצות לשיפור בטיחות הולכי רגל במדינות מתפתחות

כחלק מסקירת פתרונות תשתית לשיפור בטיחות הולכי רגל, בדקנו מחקרים בנושא במדינות המתפתחות מתוך מטרה למצוא אמצעים האופייניים למדינות אלה ואשר יוכלו להתאים לשימוש גם בישראל. מצאנו מספר המלצות שפורסמו בבנגלדש, ירדן, פקיסטן, דרום אפריקה, גאנה, טרינידד, זימבבואה ועוד, המתייחסות לאמצעים שהומלצו גם במדינות המפותחות. לא היו בהמלצות אלה אמצעים נוספים לאלה שנמצאו קודם לכן.

להלן יוצגו ההמלצות שהוצעו לשיפור בטיחות הולכי רגל בארצות המתפתחות.

דרום אפריקה:

שתי גישות הנדסיות רחבות משמשות בדרום אפריקה לטיפול בקונפליקט שבין הולכי רגל לכלי רכב (Ribbens, 1996):

* הולכי רגל משולבים בתנועת כלי רכב באמצעות הפרדה בזמן (מעברי חצייה, מעברי חצייה בבתי ספר, רמזורים) או הפרדה "רכה" (מיתון תנועה).

* הולכי רגל מבודדים מתנועת כלי רכב באמצעות הפרדה אופקית (מדרכוב, מדרכות, מערכות הליכה נפרדות) והפרדה אנכית (מעבר עילי או תחתי להולכי רגל).

בדרום אפריקה שיטות של הפרדה בזמן נפוצות יותר מאשר שיטות להפרדה מרחבית (אנכית ואופקית), במיוחד בערים גדולות. שיטות למיתון תנועה (פסי האטה, מעגלי תנועה וכד' יחסית חדשות בדרום אפריקה ונדרשת סטנדרטיזציה שלהם.

מספר פתרונות לשיפור בטיחות הולכי רגל הוצעו בדרום אפריקה:

* רמזורים - מרבית התאונות מתרחשות בצמתים בין היתר בשל אי שימת לב לרמזורים. כדי לפתור את הבעיה, פותח סט הנחיות להתקנת רמזורי הולכי רגל כשבין התנאים להתקנתם נכללים נפח תנועה גדול, רמזורי תנועה נחבאים (כמו ברחובות חד סטריים) וצמתים מורכבים. בנוסף הוכנסו שיפורים ברמזורים להולכי רגל בצמתים מסוימים כמו פאזה בלעדית להולכי רגל בכל הכיוונים. דרום אפריקה אמצה גם את מערכת הרמזור הבריטית למעבר חצייה בקטע דרך, מסוג Pelican.

* סימון זיגזג מקדים - מרבית הולכי רגל המעורבים בתאונות חצו בקטע דרך. מחקרים הראו שהבעיות העיקריות במעברי חצייה בקטע דרך היו העדר האחידות וחוסר הבולטות שלהם. דרום אפריקה אמצה לפיכך סימון זיגזג מקדים למעבר חצייה (כמו בבריטניה) המציין לנהגים היכן אסור להם לעבור נתיב, לעצור או לחנות. סימון זיגזג גם מתעל את הולכי הרגל לאזור החצייה המיועד.

* סימון מעברי חצייה - בעיות של חוסר נראות ואי מתן זכות קדימה להולכי רגל שופרו ע"י סימון מעברים והצבת שילוט במעברי חצייה לא מרומזרים. בנוסף שימוש במעברי חצייה להולכי רגל בקרבת בתי ספר בדרום אפריקה הוכח כשיטה יעילה ובטוחה לעזור לילדי בית ספר לחצות את הכביש (סימון שני פסים לבנים מקבילים וקו עצירה מקדים 6 מטר לפני המעבר עבור כלי רכב).

* בניית מדרכות - במדינות מתפתחות כדוגמת דרום אפריקה בשל קיצוץ בעלויות, במקרים רבים לא בונים מדרכות לצדי דרכים באזורים מרובי הולכי רגל וכתוצאה מכך, בכל שנה אלפי הולכי רגל מעורבים בתאונות בעודם הולכים על הכביש. כדי לטפל בבעיה פותח בדרום אפריקה סט קריטריונים שלפיו מחליטים האם תבנה מדרכה בצד הדרך. קריטריונים אלה כוללים: עלות, נפח תנועה, מהירות תנועה, מספר הולכי הרגל המשתמשים בדרך, זמינות תאורת רחוב, מספר תאונות הולכי רגל בלילה, צרכים עתידיים של הולכי רגל ועוד.

* מדרכוב - החל משנות ה-80, מדרכוב להולכי רגל נהיה פופולארי בדרום אפריקה. שיעור נמוך של תאונות הולכי רגל נמצא במדרכוב אשר מתוכנן ללא תלות במערכת הרחובות ועם מגרשי חנייה

בקרבם. כדי לטפל בבעיה של רחובות החוצים מדרחוב ונקודות היציאה מהמדרחוב המהוות סיכון להולכי רגל, הותקנו מחסומים אשר מתעלים את האנשים לאזורי חצייה ויציאה מיועדים.

* איי מפלט - כדי לטפל בבעיה שהולכי רגל, במיוחד ילדים וקשישים, חוצים בקטע דרך אפילו שאין מעבר חצייה, הוסיפו איי מפלט שלא יפריעו לזרם התנועה, אך יגבירו את בטיחות הולכי הרגל והנהגים.

* מעברים עיליים ותחתיים להולכי רגל - בניית מעברים עיליים או תחתיים להולכי רגל לרוחב כבישים מהירים וכבישים אחרים בעלי נפח תנועה גבוה נקבעת ע"י מספר גורמים, ביניהם: מספר האנשים הנוטים לחצות כבישים אלה, המרחק לאזור החצייה הקרוב, מספר תאונות הולכי רגל באזור ותנאים פיזיים המסייעים להפרדה מרחבית. ישנן גם המלצות לגבי הגובה והרוחב של מעברים תחתיים כדי להגדיל את הסבירות לשימוש בהם.

מספר גדול של גורמים תורמים להיפגעות הולכי רגל בדרום אפריקה. בין הגורמים נכללים: התנהגות הנהג (מהירות מופרזת, אלכוהול, אי מתן זכות קדימה להולכי רגל, חוסר משמעת בקרב הולכי רגל) (התפרצות לכביש, אלכוהול, נראות לקויה, חוסר בידע על בטיחות בדרכים), חוסר בשבילים לצד הדרך (שבילים מסומנים להולכי רגל), חוסר באמצעים לחציית הכביש (מעברי חצייה, מעברים עיליים ותחתיים להולכי רגל) ותאורת רחוב לא מספקת (Ribbens, 2003). דוגמאות לפרויקטים משותפים של הממשלה ורשויות מקומיות לטיפול בנושא בטיחות הולכי רגל כוללים: בניית מדרכות, הפחתת מהירות הנסיעה באזורים מרובי הולכי רגל, התקנת מעברי חצייה, שיפור תאורת רחוב, בניית מחסומים להגבלת הולכי רגל למעברי חצייה, בניית מעברים עיליים להולכי רגל ועוד.

בנגלדש:

כ- 70% מהתאונות הקטלניות במטרופולין של Dhaka בבנגלדש מתרחשות בין הולך רגל לכלי רכב. מספר בעיות תורמות לבעיית בטיחות הולכי רגל לפי Mannan and Karim (1999), ביניהם: מערכת כבישים ישנה, חוסר במדרכות, כבישים צרים, אי ציות לחוקי תנועה הן מצד נהגים והן מצד הולכי רגל, חינוך לבטיחות בדרכים לקוי, העדר תשתית מתאימה, העדר מסת תחבורה ציבורית, שחיתות של המשטרה, ועוד. הם מציעים מספר שיפורי תשתית לטיפול בבעיה: מעברי חצייה מסוג זברה, הצבת גדרות, פסי האטה, מעברים עיליים ועוד. לטענתם יש לחנך את האזרחים אודות ההשלכות של הליכה לא בטוחה ויש להטיל סנקציות על נהגי אוטובוסים שנוהגים לא בהתאם.

טרינידד וטובגו:

מרבית התאונות בטרינידד וטובגו הן בין כלי רכב להולך רגל החוצה את הדרך (50%-42% מההרוגים בתאונות הדרכים הם הולכי רגל). מרבית הנהגים אינם נותנים זכות קדימה להולכי רגל מכיוון שלא ראו את מעבר החצייה הצבוע על הכביש, במיוחד בקטע דרך. ב-1993 הממשלה הציעה לערוך שינויים בסימון הזברה הרגיל. השינויים כללו סימון זיגזג מקדים והוספת פנסים כדוריים צהובים מהבהבים, המוצבים על גבי עמוד צבוע בפסים שחור-לבן בכל אחד מקצות מעבר החצייה. ב-2001 הוכנסו שני שינויים: החלפת הפנס הכדורי הצהוב בשני פנסים עגולים צהובים מהבהבים הניצבים בכיוונים מנוגדים לתנועה והגדרת זכות הקדימה של הולך הרגל במעבר החצייה (Mutabazi)

and Dindial, 2007). מחקר נערך כדי להשוות את יעילות מעבר החצייה עם וללא הפנסים המהבהבים. במעברי חצייה ללא הפנסים המהבהבים, רק 4% מהנהגים עצרו להולכי רגל שירדו למעבר החצייה בעוד ש 71% מהנהגים האחרים האטו. במעברי החצייה עם הפנסים המהבהבים, 22% מכלי הרכב עצרו ו- 61% האטו.

בטבלה א.14 מרוכזים ההמלצות לשיפור בטיחות הולכי רגל בארצות מתפתחות על פי האמצעים השונים שנמצאו יעילים במדינות שונות.

פתרונות תשתית כלליים אשר הומלצו על ידי Downing (1991) כוללים "הפרדת הולכי רגל, שיפור מעברים רגליים בדרכים עירוניות וכפריות, שיפור מעברי חצייה במיוחד אלה המרוחקים מצמתים, התקנת אמצעי למיתון תנועה (כמו פסי האטה), שיפור דרכי גישה לרחובות מסחר ומגורים ושיפור תאורת רחוב.

טבלה א.14: סיכום המלצות לשיפור בטיחות הולכי רגל בארצות מתפתחות

זימבבואה	טרינידד	דרום אפריקה	פקיסטן	ירדן	גאנה	סין	בנגלדש	
		(Ribbens, 1996)						הקמת מדרכות
		(Ribbens, 1996)					(Mannan et al., 1999)	סימון מעברי חצייה
		(Ribbens, 2003)						שיפור תאורה לאורך רחוב
				(Obaidat, 2006)			(Mannan et al., 1999)	פסי האטה
			(Downing, 1991)		(Downing, 1991)			מעבר חצייה מוגבה
		(Ribbens, 1996)						שילוט
(Downing, 1991) ⁵			(Downing, 1991) ¹	(Obaidat, 2006)	(Sayer et al., 2007)			חינוך בבית הספר
						(Shi et al., 2007)		רמזורים להולכי רגל
	(Mutabazi et al., 2007)	(Ribbens, 1996)						סימון זיגזג מקדים
	(Mutabazi et al., 2007)	(Ribbens, 1996)						פנסים מהבהבים
		(Ribbens, 1996)		(Obaidat, 2006)				איי מפלט
		(Ribbens, 1996, 2003)						גשרי הולכי רגל

⁵ Downing מציין כי החינוך לבטיחות בדרכים בבתי ספר חייב להיות מלווה בהדרכה מתאימה של המורים על מנת שיהיה יעיל.

7. ביבליוגרפיה

- אזורי מיתון תנועה – הנחיות. (2002). משרד התחבורה.
- בן שחר י., הקרט ש. (2000). בדיקת יעילות התפקוד של פסי האטה בשכונות מגורים בחיפה. דו"ח מחקר מס' 276/2000, המכון לחקר התחבורה, הטכניון.
- הנחיות לאזורי מיתון תנועה. (2002). משרד התחבורה.
- הנחיות לתכנון וביצוע פסי האטה. (2002). משרד התחבורה.
- הנחיות לתכנון רחובות בערים, ספר ההנחיות לתכנון רחובות. (2008). משרד התחבורה ומשרד השיכון. אתר אינטרנט:
http://www.mot.gov.il/wps/pdf/HE_TRAFFIC_PLANNING/CityStreetsPlanning.pdf
- הנחיות לתכנון רמזורים. (1981). משרד התחבורה.
- הנחיות לתכנון תנועת הולכי רגל, טיוטא סופית. (2008). משרד התחבורה.
- הקרט, ש., גיטלמן, ו., בן שבת, א., ואברהם ג. (2002). הערכה בטיחותית של הסדרי תנועה בשכונות מגורים של משרד הבינוי והשיכון. דו"ח מחקר מס' 290/2002, המכון לחקר התחבורה, הטכניון.
- הקרט, ש., בונג'ק, ח., גיטלמן, ו., בן יעקב, י., רפיוח, ר., כהן, א., דובא, א., וכהן, א. (2002). פיתוח שיטה, הנחיות וכלים ממוחשבים ל"מחקרי אפקטיביות" של שיפורים בטיחותיים בתשתיות. דו"ח סופי, משרד התחבורה, מינהל היבשה/אגף תכנון תחבורתי.
- הקרט, ש., גיטלמן, ו. ובן-שבת, א. (2000). ניסוי מבוקר עם דגם חדש של מעבר חצייה לא מרומזר. דו"ח מחקר מס' 278/2000, המכון לחקר התחבורה.
- מצא ד. (1995). הערכת הבטיחות במעגלי תנועה.
- עינב מ. מרכוס א. (1993). הנחיות לתכנון רחובות משולבים באזורי מגורים. משרד התחבורה. תנועה ותחבורה יולי 1993.
- תקנות והנחיות להצבת תמרורים. (1997). משרד התחבורה. המכון לחקר התחבורה הטכניון- מכון טכנולוגי לישראל.
- תקנות והנחיות להצבת תמרורים טיוטא. (2007). משרד התחבורה. אתר אינטרנט:
http://www.mot.gov.il/wps/pdf/HE_TRAFFIC_PLANNING/tamrurim2007.pdf
- תקן ישראלי מס' 1918 חלק 2. נגישות הסביבה הבנויה: הסביבה שמחוץ לבנין. (2001). מכון התקנים הישראלי.
- American Association of State Highway and Transportation Officials. A Policy on Geometric Design of Highways and Streets. Washington, D.C., 1994.
- American Society for Testing and Materials. Standard No. ASTM1501-99e1, Standard Specification for Nighttime Photometric Performance of Retroreflective Pedestrian Markings for Visibility Enhancement. West Conshohocken, PA, 2003.
- Aylward, P. and O'Connor, P. (1987). Pedestrian Safety in South Australia. Road Safety Division, Report 15/88. Department of Transport. Adelaide.
- Bentzen B., Barlow J., and Franck L. Addressing Barriers to Blind Pedestrians at Signalized Intersections. ITE Journal, Vol. 70, No. 9, September 2000, pp. 32-35.
- Blomberg, R.D., Hale, A., and Preusser, D.F. Conspicuity for Pedestrians and Bicyclists: Definition of the Problem, Development and Test of Countermeasures. Report No. DOT HS 806 563. NHTSA. Washington, D.C., 1984.

- Blomberg, R.D., Hale, A., and Preusser, D.F. Experimental Evaluation of Alternative Conspicuity-Enhancement Techniques for Pedestrians and Bicyclists. *Journal of Safety Research*, Vol. **17**, 1986, pp. 1-12.
- Blomberg, R.D., Preusser, D.F., Hale, A., and Leaf, W.A. Experimental Field Test of Proposed Pedestrian Safety Messages. Highway Traffic Safety Administration, Washington, D.C., 1983.
- Bowman, B.L. and Vecellio, R.L. Effects of Urban and Suburban Median Types on Both Vehicular and Pedestrian Safety. *Transportation Research Record* 1445. TRB, National Research Council, Washington D.C., 1994, pp. 169-179.
- Bowman, B.L., Fruin, J.J., and Zegeer, C.V. Planning, Design, and Maintenance of Pedestrian Facilities. Report No. FHWA-IP-88-019, Federal Highway Administration, 1988.
- Boyce, P. and Van Derlofske, J. Pedestrian Cross-walk Safety: Evaluating In-Pavement, Flashing Warning Lights. Report FHWA-NJ-2002-15, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, New York, March 2002.
- Britt, J., Bergman, A., and Moffat, J. Law Enforcement, Pedestrian Safety, and Driver Compliance with Crosswalk Laws: Evaluation of a Four-Year Campaign in Seattle. *Transportation Research Record* 1485. TRB, National Research Council, Washington D.C., 1995.
- Cairney, P. Pedestrian Safety In Australia. Publication No. FHWA-RD-99-093. Federal Highway Administration. McLean, VA 22101-2296. 1999
- Cairney, P. The Impact of the Safe Routes to Schools Program on Road Safety Knowledge and Behaviour in Victorian Primary Schools. Road Safety Research, Policing and Education Conference, 2003, Sydney, New South Wales, Australia.
- Campbell, B., Zegeer, C., Huang, H., and Cynecki, M. Pedestrian Safety Research in the U.S. Federal Highway Administration, Washington, D.C., 1999.
- Carroll J., and Bentzen B. American Council of the Blind Survey of Signalized Intersection Accessibility. *The Braille Forum*, Volume 38, 1999, pp.11-15.
- Centre D'Etudes Techniques de l'Equipment de l'Quest. Evolution de la Securite Sur Les Carrefours Giratoires. Centre D'Etudes Techniques de l'Equipment de l'Quest, Nantes, France. 1986.
- City of Cambridge, MA, Preliminary Results. Effects of Columbia Street Traffic Calming Project on Driver Behavior, (April 2000).
- Davies D. G. Research, Development, and Implementation of Pedestrian Safety Facilities in the United Kingdom. Publication No. FHWA-RD-99-089. Federal Highway Administration. McLean, VA 22101-2296. 1999
- Dewar, R. E. (2002). Pedestrians and Bicyclists. In R.E. Dewar and P.L. Olson (eds.), *Human Factors in Traffic Safety*. Tucson, AZ: Lawyers & Judges Publishing Company, Ch. 18, pp. 557-612.
- Ekman, L. and Hyden C. Pedestrian Safety in Sweden. Publication No. FHWA-RD-99-091. Federal Highway Administration. McLean, VA 22101-2296. 1999
- Elvik, R. and Vaa, T. (2004). *The Handbook of Road Safety Measures*. Elsevier Science, Oxford.
- ETSC (1999). *Safety of Pedestrians and Cyclists in Urban Areas*. European Transport Safety Council, Brussels.
- Evans, D. The light of your life: in-pavement LEDs stop cars and save lives. *Traffic Technology International*, 1999, pp. 110-114.

- Federal Highway Administration. The Effects of Innovative Pedestrian Signs at Unsignalized Locations: A tale of Three Treatments. Huang H.F., C.V. Zegeer, R. Nassi, and B. Fairfax. . McLean, VA, 2000b
- Federal Highway Administration. An Evaluation of High-Visibility Crosswalk Treatments – Clearwater, Florida. M. Nitzburg and R.L. Knoblauch. McLean, VA, 2001.
- Federal Highway Administration. Pedestrian Facilities User Guide: Providing Safety and Mobility. Zegeer, C., C. Seiderman, P. Lagerwey, M. Cynecki, M. Ronkin, and R. Schneider. McLean, VA, 2002.
- Fitzpartick, K. Turner, S. Brewer, M. Carlson, P. Ulman, N. Trout, N. Park, E. S. Whitacre, J. Lalani, N. and Lord, D. Improving Pedestrian Safety at Unsignalized Crossings. TCRP Report 112/NCHRP Report 562. 2006.
- Freedman, M. Janoff, M.S., Koth, B.W., and McCunney, W. Fixed Illumination for Pedestrian Protection. Report No. FHWA-RD-76-8, Federal Highway Administration, 1975.
- Gandhi, T. and Trivedi, M.M. Pedestrian Protection Systems: Issues, Survey, and Challenges. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Vol. 8, No. 3, September 2007.
- Garder, P. Pedestrian Safety at Traffic Signals. Accident Analysis and Prevention. Vol. 21, No. 5, 1989, pp. 435-444.
- Harkey, D.L. and Zegeer, C.V., PEDSAFE: Pedestrian Safety Guide and Countermeasure Selection System. Report No. FHWA-SA-04-003, Federal Highway Administration, Washington, D.C., September 2004.
- Hawley, L., Henson, C., Hulse, A., and Brindle, R. Towards Traffic Calming: A Practitioners' Manual of Implemented Local Area Traffic Management and Blackspot Devices. Publication No. CR 126. Federal Office of Road Safety. Canberra, Australian Capital Territory, Australia. 1992.
- Hughes, R., Huang, H., Zegeer, C. V., and Cynecki, M. Evaluation of Automated Pedestrian Detection at Signalized Intersections, Report No. FHWA/RD-00/097, Federal Highway Administration, Washington, D.C., August 2000.
- Jacquemart G. NCHRP Synthesis 264: Modern Roundabout Practice in the United States. National Cooperative Highway Research Program. Synthesis of Highway Practice 264. TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1988.
- Janssen, E.G., Goudswaard, A.P., Versmissen, A.C.M., and Van Kampen, L.T.B. (1990). Protection of Vulnerable Road Users in the Event of a Collision with a Passenger Car. TNO-report 754050002/II. TNO Road-Vehicles Research Institute IW TNO WT. Delft.
- Japan Road Association. Accident Prevention Effects of Road Safety Devices: Annual Report. 1969.
- Fitzpatrick, K., Turner, S., Brewer, M., Carlson P., Ulman B., Trout N., Park, E.S., Whitacre J., Lalani N. and Lord D. Improving Pedestrian Safety at Unsignalized Intersections. TCRP Report 112/NCHRP Report 562. Transportation Research Board Washington, D. C. 2006.
- Hummel, T. Dutch Pedestrian Safety Research Review. Publication No. FHWA-RD-99-092. Federal Highway Administration. McLean, VA 22101-2296. 1999
- Knoblauch, R.L., Tustin, B.H., Smith, S.A., and Pietrucha, M.T. Investigation of Exposure-Based Pedestrian Accident Areas: Crosswalks, Sidewalks, Local

- Streets, and Major Arterials. Report No. FHWA/RD-87-038. Federal Highway Administration, Washington, D.C., 1987.
- Luoma, J., Schumann, J., and Traube, E.C. (1995). Effects of Retroreflector Positioning on Nighttime Recognition of Pedestrians. UMTRI-95-18. UMTRI. Ann Arbor.
- Macbeth, A. Balliol Street. In Traffic Calming 1995. Proceedings from 21 papers. Ontario Traffic Conference. November 1995.
- Malenfant, L. and Van Houten, R. Increasing the Percentage of Drivers Yielding to Pedestrians in Three Canadian Cities with a Multifaceted Safety Program. Health Education Research. Vol. 5, 1989, pp. 274-279.
- Martin A. Factors Influencing Pedestrian Safety: A Literature Review. TRL Limited. February 2006.
- McMahon, P.J., Khattak, A.J., Duncan, C., Stewart, J.R., and Zegeer, C.V. An Analysis of Factors Contributing to "Walking along Roadway" Crashes: Research Study and Guidelines for Sidewalks and Walkways. Report No. FHWA-RD-01-101. Federal Highway Administration, 2002.
- Moore, R.I. and Older, S.J., Pedestrians and Motorists are Compatible in Today's World. Traffic Engineering, Institute of Transportation Engineers, Washington D.C., 1965.
- National Cooperative Highway Research Program, A Guide for Reducing Collisions Involving Pedestrians, NCHRP Report 500: Volume 10, Washington, D.C., 2004.
- Nee, J. and Hallenbeck, M.E. A Motorist and Pedestrian Behavioral Analysis Relating to Pedestrian Safety Improvements. Final Report. Research Project T1803, Task 16 Pedestrian Safety Prepared for the Washington state Transportation Commission by the Washington State Transportation Center. 2003.
- OECD (1998). Safety of Vulnerable Road Users. Scientific Expert Group on the Safety of Vulnerable Road Users (RS7). Organization for Economic Co-operation and Development, Paris.
- Oh, C., Kang, Y.S., and Kim, W. Assessing the Safety Benefits of an Advanced Vehicular Technology for Protecting Pedestrians. Accident Analysis and Prevention, 2007.
- Otte, D. Influence of the Fronthood Length for the Safety of Pedestrians in Car Accidents and Demands to the Safety of Small Vehicles. In: Proceedings of the 38th Stapp Car Crash Conference, Fort Lauderdale, Florida, October 31 – November 4, 1994, pp. 391-401. SAE Publication 1994/11. Society of Automotive Engineers, Inc. Warrendale.
- Owens, D.A., Antonoff, R.J., and Francis, E.L. Biological Motion and Nighttime Pedestrian Conspicuity. Human Factors. Vol. **36**, 1994, pp. 718–732.
- Pegrum, B.V. The Application of Certain Traffic Management Techniques and Their Effect on Road Safety. National Road safety Symposium, March 1972.
- Polus, A. and Katz, A. An Analysis of Nighttime Pedestrian Accidents at Specially Illuminated Crosswalks. Accident Analysis and Prevention, Vol. 10, No. 3, September 1978.
- Preusser, D.F. and Lund, A.K. And Keep on Looking: A Film To reduce Pedestrian Crashes Among 9 to 12 Year Olds. Journal of Safety Research, 19(4), 1988, pp. 177-195.

- Redmon, T. Looking out for pedestrians. *Public roads*, November/December 2005, pp. 18-23.
- Replogle, M. Bicycle and pedestrian Policies and Programs in Asia, Australia, and New Zealand. Case Study 17. National Bicycling and Walking Study. Report No. FHWA-PD-93-016. Federal Highway Administration. Washington, D.C., April 1992.
- Retting, R.A., Van Houten, R., Malenfant, L., Van Houten, J. and Farmer, C.M. Special signs and pavement markings improve pedestrian safety. *ITE Journal*, Vol. 66, No. 12, 1996, pp. 28-35.
- Rousseau, G., Tucker, S.M., and Do, A. The Effects on Safety of In-Roadway Warning Lights at Crosswalks: Novelty or Longevity? Paper presented at the ITE 2004 Annual Meeting, Institute of Transportation Engineers, August 2004.
- Schoon, C. and van Minnen, J. The Safety of Roundabouts in the Netherlands. SWOV Institute for Road Safety Research, Traffic Engineering and Control. 1994.
- Shinar, D. The Effects of Expectancy, Clothing Reflectance, and Detection Criterion on Nighttime Pedestrian Visibility. *Human Factors*, Vol. 27, 1985, pp. 327–333.
- Stemley, J.J. One-way streets provide superior safety and convenience. *ITE Journal*, 1998, Vol. 68, No. 8, pp. 47-50.
- Stewart, D. (1988). Visibility and accidents at pedestrian guardrails. In A. G. Gale et al. (eds.), *Vision in Vehicles II*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers.
- SWOV (2008). Crossing facilities for cyclist and pedestrians. Fact sheet.
- Troutbeck, R.J. Capacity and Design of Roundabouts in Australia. *Transportation Research Record 1398*. TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1993, pp.68-74.
- Turner, S., Fitzpatrick, K., Brewer, M., and Park, E.S. Motorist Yielding To Pedestrians at Unsignalized Intersections: Findings from a National Study On Improving Pedestrian Safety. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board No. 1982*, Washington, D.C., 2006, pp. 1-12.
- Van Der Sluis, J. Computer Simulation and Vehicle Front Optimization. Paper contributed to 26th International Symposium on Automotive Technology and Automation, Dedicated Conference on Road and Vehicle Safety, Aachen, 13-17 September 1993, Germany.
- Van Houten, R. and Malenfant, J.E.L.. Canadian Research on Pedestrian Safety. Publication No. FHWA-RD-99-090. Federal Highway Administration. McLean, VA 22101-2296. 1999.
- Van Houten, R. The effectiveness of advance stop lines and sign prompts on pedestrian safety in a crosswalk on a multilane highway. *Journal of Applied Behaviour Analysis*, Vol. 21, 1988, pp. 245-251.
- Van Houten, R., Healey, K., Malenfant, J.E., and Retting, R.A. Use of Signs and 1999 Symbols to Increase the Efficacy of Pedestrian Activated Flashing Beacons at Crosswalks. *Transportation Research Record 1638*. TRB, National Research Council, Washington D.C., 1999a, pp. 92-95.
- Van Houten, R., Retting, R.A., Farmer, C.M., and Van Houten, J. Field Evaluation of a Leading Pedestrian Interval Signal Phase at Three Urban Intersections. Arlington, VA: Insurance Institute for Highway Safety, 1997.

- Van Houten, R., Retting, R.A., Van Houten, J., Farmer, C.M., and Malenfant, J.E.L. Use of Animation in LED Pedestrian Signals to Improve Pedestrian Safety. *ITE Journal*, Vol. 69, 1999b, pp. 30-38.
- Van Houten, R., McCusker, D., and Malenfant, J.E.L. Advance Yield Markings: Reducing Motor Vehicle-Pedestrian Conflicts at Multilane Crosswalks with Uncontrolled Approach. *Transportation Research Record 1773*. TRB, National Research Council, Washington D.C., 2001c, pp. 69-74.
- Van Houten, R., McCusker, D., Huybers, S., Malenfant, J.E.L., and Rice-Smith, D. Advance Yield Markings and Fluorescent Yellow Green Ra 4 Signs at Crosswalks with Uncontrolled Approaches. *Transportation Research Record 1818*. TRB, National Research Council, Washington D.C., 2003, pp. 119-124.
- Walter, C.E. Suburban Residential Traffic Calming. *ITE Journal*, Vol. 65, No. 9, September 1995, pp. 44-48.
- Watts, G. R. and King, R. Prediction of ground-bore vibration generated by heavy vehicles crossing a rumblewave device. *TRL Report PPR020*. Crowthorne: TRL Limited, 2004.
- Webster, D. and Layfield, R. Traffic Calming- Road humps schemes using 75mm high humps. *TRL Report 186*, Transport Research Laboratory, Crowthorne, 1996.
- Webster, D. C. and Mackie, A. M. Review of Traffic Calming Schemes in 20 mph Zones, *TRL Report 215*, Transport Research Laboratory, Crowthorne, 1996.
- Wilson, D.G. The Effects of Installing an Audible Signal for Pedestrians at a Light Controlled Junction. *TRL Laboratory Report 917*, 1980.
- Zegeer, C.V. and Zegeer, S.F. Pedestrians and Traffic Control Measures, *NCHRP Synthesis of Highway Practice No. 139*, Transportation research Board, November 1988.
- Zegeer, C.V. Feasibility of Roadway Countermeasures for Pedestrian Accident Experience: Pedestrian Impact Injury and Assessment, P-121. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers, 1983, pp. 39-49.
- Zegeer, C., Havens, J.H., and Deen, R. Speed Reduction in School Zones. *Transportation Research Record 597*. TRB, National Research Council, Washington D.C., 1978, pp. 39-40.
- Zegeer, C. V., Opiela, K. S., and Cynecki, M. J. Pedestrian Signalization Alternatives. Report No. FHWA/RD-83-102. Federal Highway Safety Administration, Washington, D.C., 1983.
- Zegeer, C.V., Stewart, J.R., Huang, H.F., and Lagerwey, P.A. Safety Effects of Marked vs. Unmarked Crosswalks at Uncontrolled Locations - Executive Summary and Recommended Guidelines. Report No. FHWA-RD-01-075. Federal Highway Administration. McLean, VA, March 2002.
- Zegeer, C.V., Stuart, J., and Huang, H. Safety Effects of Marked vs. Unmarked Crosswalks at Uncontrolled Crossing Locations, Federal Highway Administration. Washington, D.C., 1999.

נספח ב': שאלון דירוג אמצעים תשתיתיים

נספח ב': שאלון דירוג אמצעים תשתיתיים

לכ' _____

אדון/גברת נכבד/ה

במסגרת מחקר הבודק יעילות אמצעים תשתיתיים לשיפור בטיחות הולכי רגל בתנאי הארץ, אנו זקוקים לדעתך המקצועית בהערכת התרומה של כל אחד מהאמצעים הבאים לשיפור בטיחות הולכי רגל.

רשימת האמצעים כוללת אמצעים המיושמים בארץ ואמצעים המיושמים בחו"ל אשר טרם נוסו בתנאי הארץ.

אנו מודים לך על השתתפותך במחקר.

בברכה,

צוות המחקר

מרכז רן נאור לחקר הבטיחות בדרכים

טכניון

א. אמצעים המיושמים בתנאי הארץ

אנא דרג/י את מידת התרומה של כל אחד מהאמצעים לשיפור בטיחות הולכי רגל בתנאי הארץ בסקלה של 1-10, כאשר 1 מייצג את התרומה המועטה ביותר ו-10 מייצג את התרומה הגבוהה ביותר.

10 גבוה ביותר	9	8	7	6	5	4	3	2	1 נמוך ביותר	הסדרים פיסיים להולכי רגל בקטע דרך	
										הקמת מדרכות	1
										שדרוג מדרכה על ידי פינוי רצועת הליכה ממכשולים להולכי רגל	2
										שדרוג מדרכה על ידי מיקום ריהוט רחוב כגון ספסלים, תמרורים, פחי אשפה, ברצועת שרות ייעודית	3
										הוספת אזור חיץ בין מדרכה ומיסעה (רצועת גינון, נתיב חנייה, שביל אופניים)	4
										גדרות הולכי רגל לאורך המדרכה	5
										גדרות הולכי רגל במפרדה	6
										שיפור תאורה לאורך רחוב	7
										ליד תחנת אוטובוס סלילת מדרכה והתקנת מעברי חצייה	8
										העברת תחנת אוטובוס לצד הרחוק של הצומת (אחרי הצומת)	9

10 גבוה ביותר	9	8	7	6	5	4	3	2	1 נמוך ביותר	הסדרים באזור מעבר חצייה בקטע דרך	
										הוספת אוזניים למעבר חצייה	10
										הוספת אי מפלט למעבר חצייה ברחוב חד מסלולי דו סטרי	11
										שיפורי רמפות עלייה למדרכה באזור מעבר חצייה	12
										שיפור תאורה במעבר חצייה	13
										הסרת מטרדי ראות באזור מעבר חצייה	14
										התקנת תמרורי מע"ח (ג-7) עיליים פולטי אור	15
										התקנת תמרורי מע"ח (ג-7) עיליים פולטי אור עם מהבהבים (ה-8) עם דמות	16

										תמרורים ושלטי אזהרה בהתקרבות למעבר חצייה	17
										בניית מעבר עילי או תחתי להולכי רגל	18
10 גבוה ביותר	9	8	7	6	5	4	3	2	1 נמוך ביותר	הסדרים לאורך דרך	
										הצרת מיסעה ע"י הצרת רוחב הנתיבים	19
										צמצום מספר הנתיבים	20
										שיפורים בדרכי גישה לבתים	21
										הקמת מפרדות	22
										שינוי הסדרים דו סטריים לחד סטריים	23

10 גבוה ביותר	9	8	7	6	5	4	3	2	1 נמוך ביותר	תכן צמתים	
										הקטנת רדיוס פנייה ימינה *	24
										שינוי מיקום מעבר חצייה בפנייה ימינה ליד אי משולש *	25
										הפיכת צומת למעגל תנועה	26
										שיפור צומת קמץ על ידי פיתול התנועות הישרות *	27
										הקמת מפרדה מוגבהת לביטול פניות שמאלה *	28
										סגירת זרוע בצומת לכלי רכב *	29
										סגירה חלקית, של אחד מכיווני הנסיעה, בזרוע בצמת (לדוגמא מניעת כניסה לזרוע דו סטרית בצומת) *	30

* ראה/! הסבר לגבי האמצעי בנספח ב'1 המצ"ב.

10 גבוה ביותר	9	8	7	6	5	4	3	2	1 נמוך ביותר	מיתון תנועה	
										התקנת פסי האטה	31
										מעבר חצייה מוגבה	32
										הצרה נקודתית של דרך *	33
										העתקות ציר*	34
										מעגל תנועה זעיר	35
										פסי הרעדה	36
										צומת מוגבה	37
										שערים	38
										חומרי ריצוף מיוחדים למיסעה ולמדרכה	39
										ביטול פניות בצומת*	40
										עיצוב עקלתוני של דרך*	41
										רחוב משולב	42
										מדרחוב	43

* ראה! הסבר לגבי האמצעי בנספח ב'1 המצ"ב.

10 גבוה ביותר	9	8	7	6	5	4	3	2	1 נמוך ביותר	רמזורים	
										רמזור צומת	44
										תזמון רמזורים: ירוק להולכי רגל יחד עם ירוק לרכב בקונפליקט בשילוב עם מהבהב מותנה בפנייה ימנית	45
										תזמון רמזורים: ירוק להולכי רגל מופרד מרכב בקונפליקט	46
										תזמון רמזורים: ירוק להולכי רגל יחד עם ירוק לרכב בקונפליקט שמקדים ירוק רכב בקונפליקט	47
										תזמון רמזורים: פאזה בלעדית ירוק להולכי רגל (מאפשר חציה בכל הכוונים בצומת כולל באלכסון)	48
										הוספת אות קולי לפנסי הולכי רגל	49

10 גבוה ביותר	9	8	7	6	5	4	3	2	1 נמוך ביותר	אמצעים אחרים	
										באזור בית ספר: ליווי מבוגרים למשמרות זה"ב	50
										באזור בית ספר: משמרות זה"ב	51
										באזור בית ספר: אכיפת משטרה- מהירות, זכות קדימה להולכי רגל במעבר חצייה, איסור חנייה	52
										באזור התקרבות לבית ספר: התקנת תמרורי אזהרה	53
										בבית ספר: תוכניות לימוד לדרכים בטוחות להגעה רגלית לביה"ס	54
										ברשות מקומית: ביצוע תוכנית ממוקדת ומשולבת לשיפור בטיחות ההולכי רגל (חינוך, הסברה, אכיפה ושיפור תשתיות)	55
										בבית ספר: הדרכה להורים (עצירת רכב בקרבת ביה"ס)	56
										באזור בית ספר: הסדרת אזור הורדת/העלאת ילדים לכלי רכב	57
										זיהוי שכונה או אזור ע"י אלמנטים ייחודיים: שילוט רחובות, שערים, גיבון, תאורה	58
										הסברה להולכי רגל באמצעות קמפיינים	59
										אכיפת משטרתית- זכות קדימה לה"ר במע"ח, מהירות	60
										הקמת רשת הליכה בעיר	61
										שיפור נראות הולכי רגל בשעות חשכה ע"י לבישת אביזרים מחזירי אור	62

ב. שיפורים שאינם מיושמים בארץ

אנא דרג/י כל אחד מהאמצעים הבאים מבחינת הפוטנציאל הבטיחותי שלו ליישום בתנאי הארץ בסקלה של 1-10, כאשר 1 מייצג את הפוטנציאל הנמוך ביותר ו- 10 מייצג את הפוטנציאל הגבוה ביותר.

10 גבוה ביותר	9	8	7	6	5	4	3	2	1 נמוך ביותר	הסדרים באזור מעבר חציה בקטע דרך	
										סימון מעברי חצייה באופנים שונים: פסים מקבילים לחצייה, שילוב פסים מקבילים לחציה וניצבים לחציה (סולם)*.	63
										סימון זיגזג אנגלי בהתקרבות למעבר חצייה - פרוש הזיגזג: איסור עצירה וחניה ואיסור עקיפה *	64
										סימון קו עצירה לרכב לפני מעבר חצייה הנמצא בקטע דרך	65
										סימון קו עצירה מקדים למעבר חצייה במסלול חד סטרי דו נתיבי *	66
										התקנת סמנים מחזירי אור (עיני חתול) במיסעה לרוחב מעבר חצייה	67
										התקנת סמנים פולטי אור במיסעה לרוחב מעבר חצייה	68
										התקנת מעבר חציה חכם: סמנים פולטי אור במיסעה לרוחב מעבר חצייה מופעלים ע"י חישנים לה"ר*	69
										התקנת פנס חכם עם דמות הולך רגל המציינת כוון חצייה המופעלת ע"י חישנים לה"ר	70
										התקנת תאורה חכמה במעבר חצייה: הגברת עוצמת תאורה המופעלת ע"י חישנים לה"ר	71

10 גבוה ביותר	9	8	7	6	5	4	3	2	1 נמוך ביותר	רמזורים	
										רמזור מעבר חציה בקטע עם רמזורים מיוחדים בשיטת אנגלית מסוג Pelican או Puffin*	72
										הוספת גלאי אוטומטי להולכי רגל במקום לחצן דרישה	73
										הוספת גלאי אוטומטי להולכי רגל להבטחת פינוי הולך רגל	74
										בירוק משותף לרכב פונה ימינה ולהולך רגל: הוספת פנס דמוי עיניים זזות להזהרת ה"ר*	75
										פנס הולך רגל מהבהב באדום או בירוק בזמן פינוי מעבר החצייה (במקום אדום קבוע)*	76
										התקנת פנסי ספירה לאחור להולך רגל המראה סוף זמן פינוי מעבר החצייה (בזמן אדום או ירוק מהבהב להולכי רגל שהוזכר בסעיף הקודם) *	77
										התקנת פנסי ספירה לאחור להולך רגל המראה את תחילת הירוק (בזמן האדום להולכי רגל)*	78

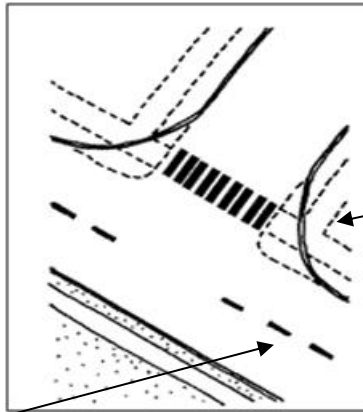
* ראה/י הסבר לגבי האמצעי בנספח ב'2 המצ"ב.

נספח ב'1: רשימת המומחים שהשתתפו בדרוג האמצעים התשתיתיים

1. אינג' ישעיהו רונן - מנהל היבשה, משרד התחבורה.
2. פרופ' דורון בלשה - הטכניון.
3. ד"ר דן לינק - הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים.
4. ד"ר ויקטוריה גיטלמן - הטכניון.
5. ד"ר בני פרישר.
6. אינג' עירית שפרבר - משרד התחבורה.
7. אינג' טניה קליין - עיריית חיפה.
8. אינג' אדריאן קוטרש - החברה הלאומית לדרכים.
9. אינג' ערן סדן - משטרת ישראל.
10. אינג' יחזקאל שורצמן - הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים.
11. אינג' עדי זלינגר - מ.ת.ן.
12. אינג' גבי שוייר - מ.ת.ן.
13. אינג' דן קשינסקי - ארדן.
14. אינג' ז'אן ברטל - ברטל הנדסה.
15. אינג' אלי אסיף - ד.א.ל.
16. אינג' יוסי שטרק - לוי & שטרק.
17. אינג' אבי כהן.

נספח ב'2: תאור אמצעים נבחרים מקרב האמצעים המיושמים בארץ

24. הקטנת רדיוס פנייה ימינה

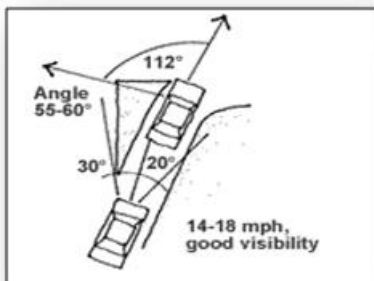


הסדר ישן

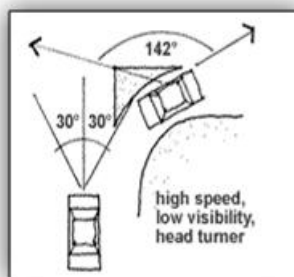
הסדר חדש

25. שינוי מיקום מעבר חצייה בפנייה ימינה ליד אי משולש

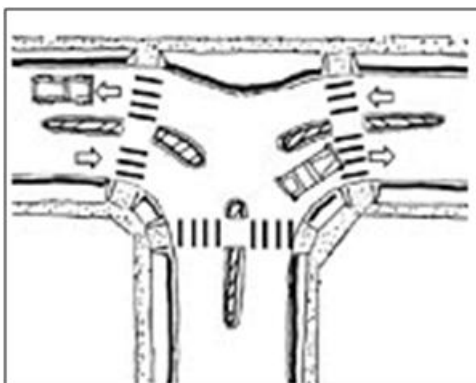
הסדר חדש



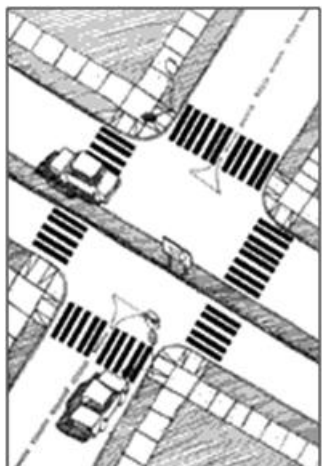
הסדר ישן



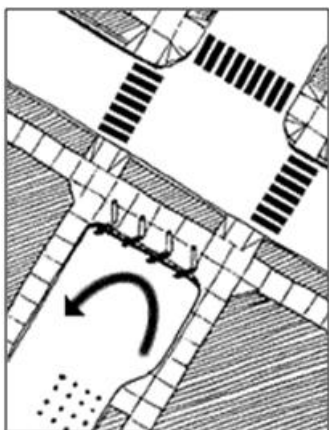
27. שיפור צומת קמץ על ידי פיתול התנועות הישרות



28. הקמת מפרדה מוגבהת לביטול פניות שמאלה



29. סגירת זרוע בצומת לכלי רכב



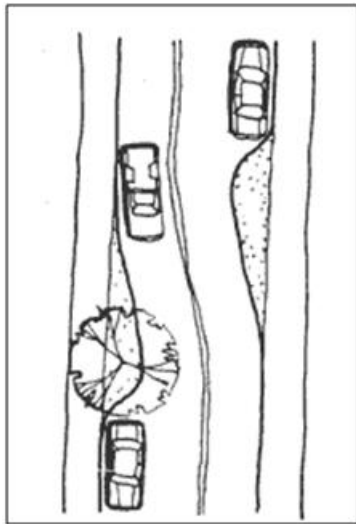
30. סגירה חלקית, של אחד מכיווני הנסיעה, בזרוע בצומת



33. הצרה נקודתית של דרך



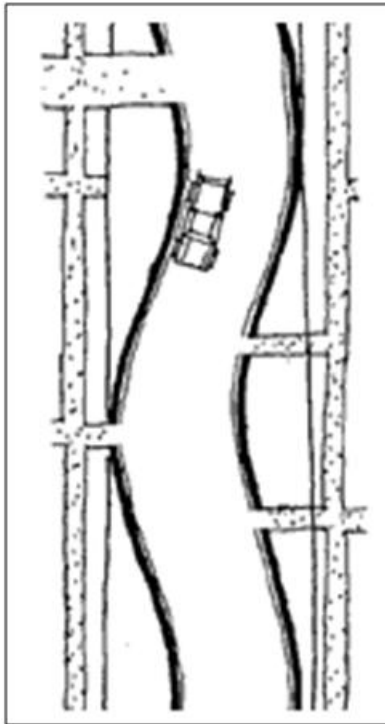
34. העתקות ציר



40. ביטול פניות בצומת

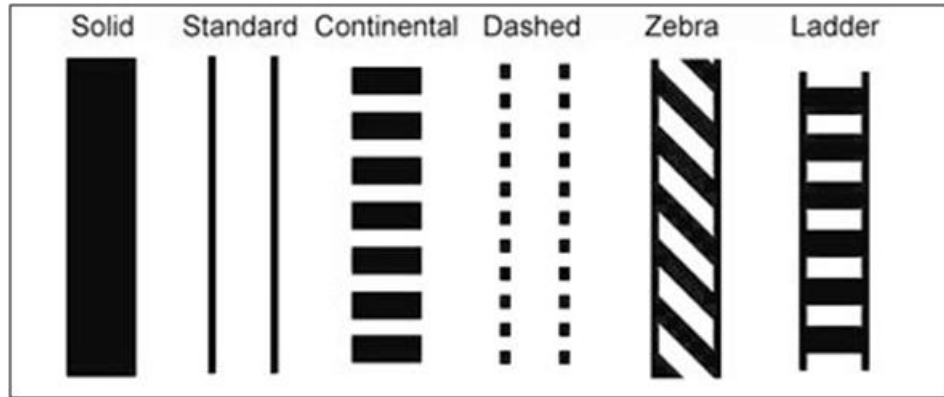


41. עיצוב עקלתוני של דרך

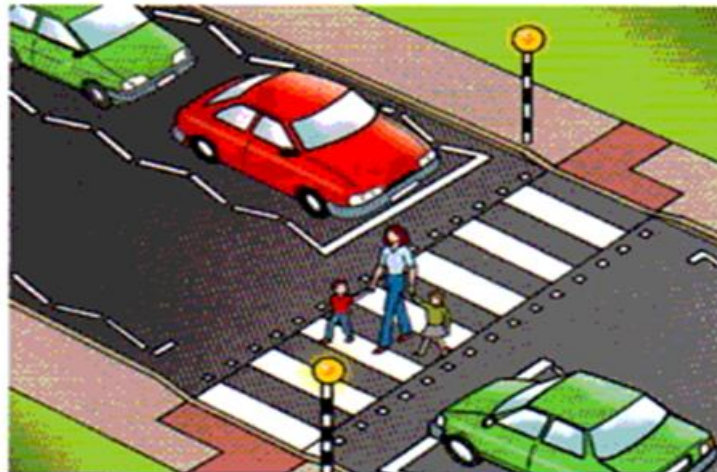


נספח ב'3: תאור אמצעים המיושמים בחו"ל אשר טרם נוסו בתנאי הארץ

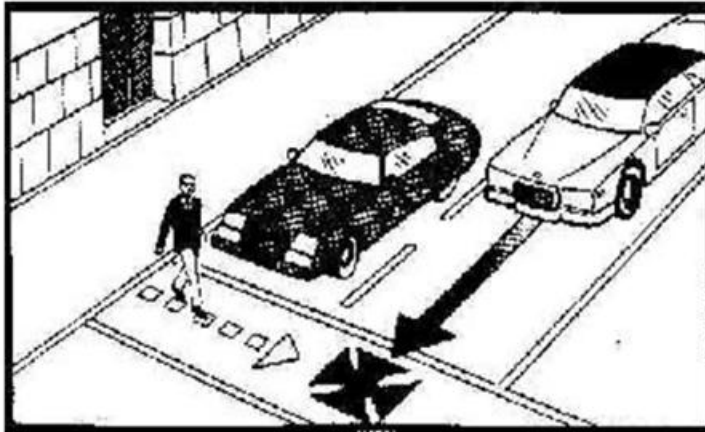
63. סימון מעברי חצייה באופנים שונים: פסים מקבילים לחצייה, שילוב פסים מקבילים לחצייה וניצבים לחצייה



64. סימון זיגזג אנגלי בהתקרבות למעבר חצייה - פרוש הזיגזג: איסור עצירה וחניה ואיסור עקיפה



66. סימון קו עצירה מקדים למעבר חצייה במסלול חד סטרי דו נתיבי

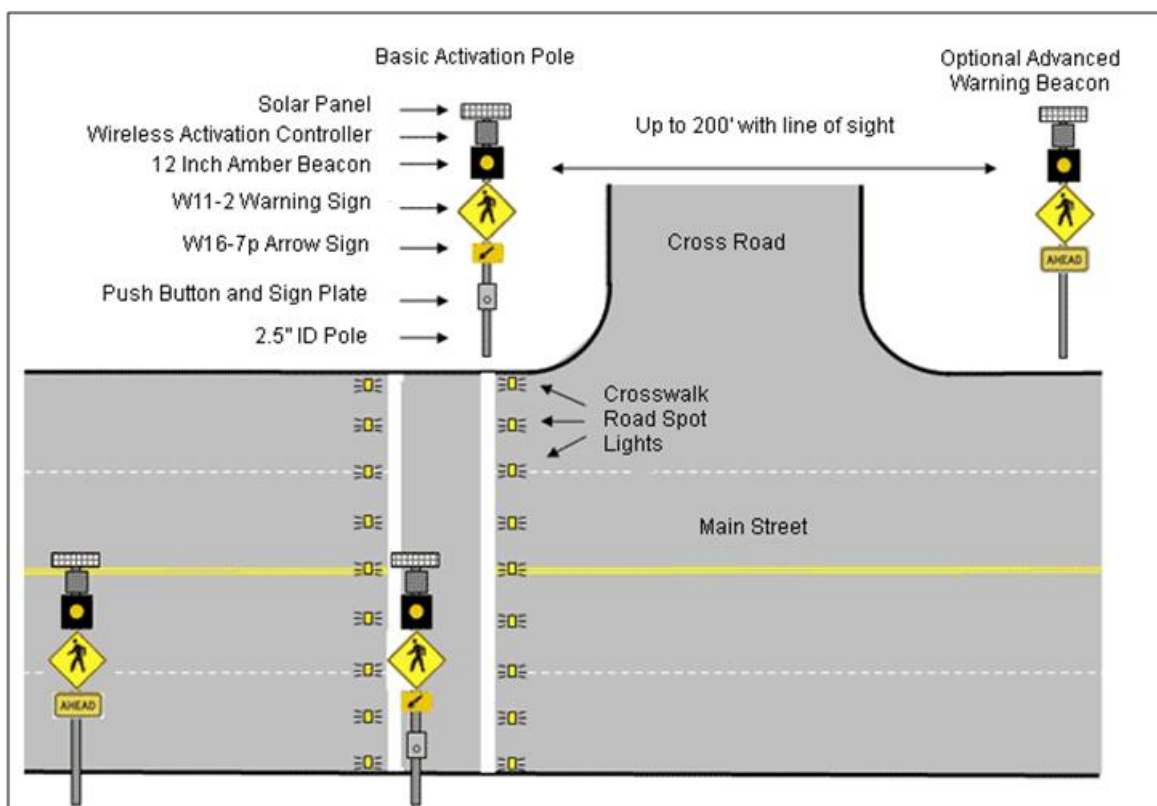


במעבר חצייה הנמצא במסלול חד סטרי דו נתיבי, קימת בעיית "תאונת הולך הרגל הרב איומית" (Multiple-threat) המתוארת ברישום: רכב בנתיב הקרוב להולך הרגל עוצר לשם מתן זכות קדימה לחצית הולך הרגל. הולך הרגל מתחיל בחציה, ונפגע על ידי רכב בנתיב הסמוך שנהגו לא הבחין בחוצה.

כדי למנוע מצב זה מסמנים קו עצירה המקדים את מעבר החצייה במספר מטרים. מציבים ליד קו העצירה שלט עם מסר לנהג "יש לעצור כאן כדי לתת זכות קדימה להולך רגל". בדרך זו נמנעת "תאונת הולך הרגל הרב איומית".



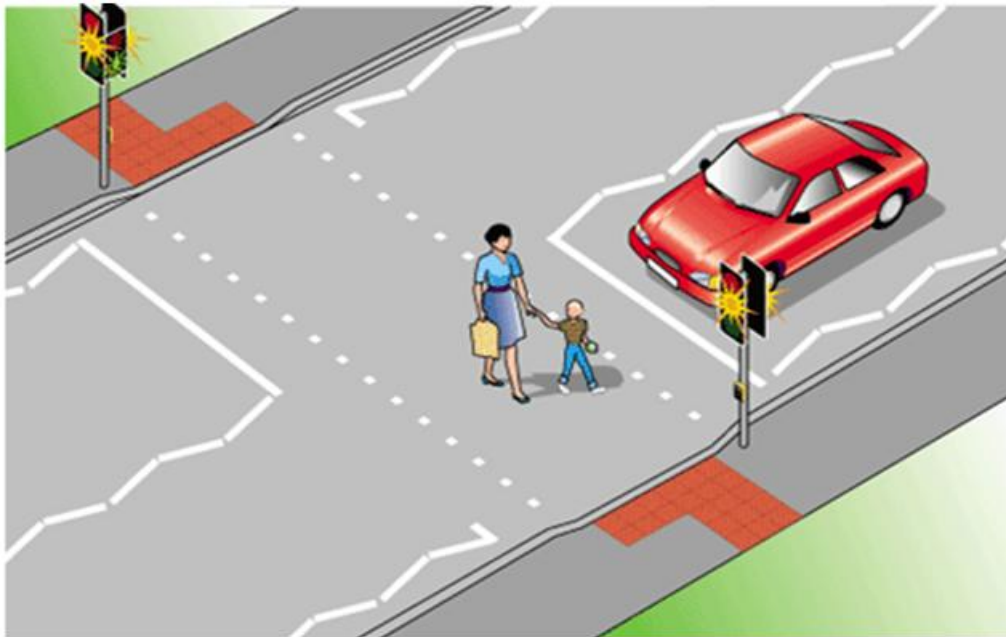
69. התקנת מעבר חציה חכם: סמנים פולטי אור במיסעה לרוחב מעבר חצייה מופעלים ע"י חישנים לה"ר



72. רמזור מעבר חציה בקטע עם רמזורים מיוחדים בשיטה אנגלית מסוג Pelican או Puffin.

רמזור מעבר החצייה שונה מרמזור תנועה רגיל. מופע הולך הרגל מתקיים באמצעות לחיצה על לחצן דרישה. עם סיום מופע הולך הרגל פנסי הרמזור של כלי הרכב עוברים להבהוב צהוב למספר שניות ורק אחר כך לירוק. לנהגים מותר לנסוע בזמן מופע הבהוב צהוב רק אם מעבר החצייה התפנה.

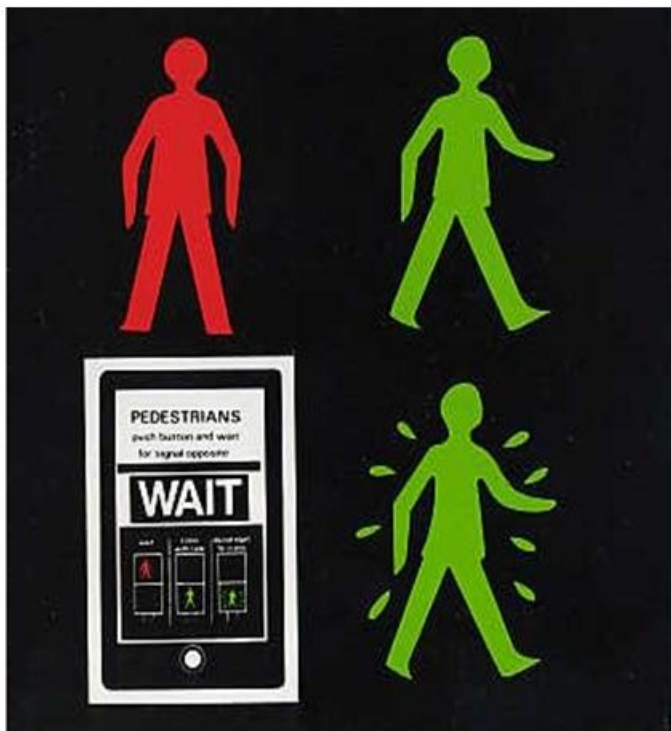
קיימים מספר שכלולים: כדי לשפר בטיחות הולכי רגל קיים גלאי הולכי רגל להארכת מופע הולכי רגל במקרה של הולך רגל איטי. כדי לצמצם פגיעה בזרימת כלי רכב קיים גלאי הולכי רגל שבודק המצאות הולך רגל ממתין לפני מעבר למופע הולך רגל. במידה ולא נמצא הולך רגל ממתין מתבטל מופע הולך רגל שהוזמן על ידי הלחצן.



75. בירוק משותף לרכב פונה ימינה ולהולך רגל: הוספת פנס דמוי עיניים זזות להזהרת ה"ר



76. פנס הולך רגל מהבהב באדום או בירוק בזמן פינוי מעבר החצייה (במקום אדום קבוע)



77. התקנת פנסי ספירה לאחור להולך רגל המראה סוף זמן פינוי מעבר החצייה



78. התקנת פנסי ספירה לאחור להולך רגל המראה את הזמן עד סיום המופע האדום



**נספח ג': סקר שטח מפורט לבדיקת קטעי רחובות עתירי תאונות
הולכי רגל**

**נספח ג': סקר שטח מפורט לבדיקת קטעי רחובות עתירי תאונות
הולכי רגל**

		תאריך הסויר		קוד האתר	
			עיר		
	ל-צומת	מ-צומת	רחוב		
		עד מס' בית	מ-מס' בית		
				סוג הרחוב	
	מעגלי תנועה	מרומזרים	לא מרומזרים	סוגי צמתים מספר צמתים מכל סוג	
מרומזרים בצומת	מרומזרים בקטע	לא מרומזרים בצומת	לא מרומזרים בקטע	מעברי חציה ומספרם	
	יש (80%-100%)	יש חלקית (20%-80%)	אין (0%-20%)	מפרדה	
מגרשים מוסדרים	כניסה לבתיים	לאורך רחוב ניצבת	לאורך רחוב באלכסון	לאורך רחוב מקבילה	חניה
				הערות	

1. חתך אופייני של הרחוב

קוד האתר

פס	מדרכה 2	נתיב	נתיבי נסיעה	מפרדה	נתיבי נסיעה	נתיב	מדרכה 1	פס	מרכיבים:
ירק		חניה				חניה		ירק	
									מאפיינים:
									יש / אין (0/1)
									רוחב (מטר)
		מקבילה אלכסונית ניצבת	מספר נתיבים		מספר נתיבים	מקבילה אלכסונית ניצבת			
									פרטים נוספים הערות:

סוג דרך: דו-מסלולית חד-מסלולית דו-סטריט חד-מסלולית חד-סטריט

מהירות מותרת: 30 קמ"ש 50 קמ"ש 60 קמ"ש 70 קמ"ש

פסי האטה: אין יש - מרחק בין פסי האטה: _____ מ'

מרכזי פעילות הולכי רגל בקטע: אין יש מהסוגים הבאים: _____

גדרות להולכי רגל: במדרכה 1 - כן / לא במפרדה - כן / לא במדרכה 2 - כן / לא

תאורה ברחוב: אין יש על עמודי חשמל יש על עמודי תאורה

תחנות אוטובוס צמודות למעבר חציה: צד 1: אין יש לפני על הנתיב יש אחרי במפרץ

צד 2: אין יש לפני על הנתיב יש אחרי במפרץ

יש אחרי במפרץ יש אחרי על הנתיב

סקיצה של הרחוב עם מעבר החצייה:

בדיקת ראות ל-50 מ' מקצות מעברי חציה.
מידות: אורך מעברי חציה בדרך הראשית, אורך דרוג, רוחב מפרדות, מרחקי אוזניים ממעבר החצייה.

ספירות תנועה בקטע דרך (לא בצומת) – כלי רכב והולכי רגל

כלי רכב - שעת התחלה: משך המדידה: 5 דקות

מספר כלי רכב כוון 1	מספר כלי רכב כוון 2
------------------------	------------------------

ספירות הולכי רגל בקטע דרך הכולל מעבר חצייה

הולכי רגל-א - שעת התחלה: משך המדידה: 5 דקות מיקום ספירה:

מיקום הולכי רגל	במדרכה 1	במדרכה 2	חצה בצד א	חצה במעבר	חצה בצד ב	הלך על הכביש
מספר הולכי רגל שעברו ברחוב*						

*הערה: כל הולך רגל נספר פעם אחת בלבד.

מדידות מהירות בקטע דרך

מיקום מדידה: שעת מדידה:

מס' מדידה	כונן 2
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	

מס' מדידה	כונן 1
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	

2. מעבר חציה בקטע (הטופס מיועד למעבר חצייה אחד – הנמשך ממדרכה למדרכה)

	קוד האתר
--	-----------------

ליד מספר בית זוגי _____ ליד מספר בית אי זוגי _____

1. סוג המעבר: א) בדרך חד מסלולית חד סטרית – קיים מעבר 1.
- ב) בדרך חד מסלולית דו סטרית – קיים מעבר 1.
- ג) בדרך חד מסלולית דו סטרית עם אי מפלט- קיים מעבר 1, אי מפלט, ומעבר 2.
- ד) בדרך דו מסלולית דו סטרית קיים מעבר 1, מפרדה, ומעבר 2.

	לא	כן	
יש	אין	יש חלקי _____	שיפועים והנמכות מדרכה ליד מעברי החצייה:
יש	אין	יש חלקי _____	אוזניים למניעת חניה בגישה למעבר חצייה:
	אין	יש	סימון מעברי חציה על המיסעה:
	אין	יש	מעקות הולכי רגל צד 1:
	אין	יש	מעקות הולכי רגל במפרדה (אם יש מפרדה):
	אין	יש	מעקות הולכי רגל צד 2 (אם יש צד 2):
	אין	יש: _____	תמרורי מעבר חציה:
	אין	יש: _____	תמרור עילי מאיר מואר (מעל מסלול רב נתיבי):
	אין	יש	פנסי תאורה בקרבת המעבר (עד 5 מ'):
	אין	יש- פועל רק בלילה יש- פועל תמיד	פנסים מהבהבים בנוסף לתמרור מאיר מואר:
	אין	יש _____	שלטי אזהרה מקדימים:
	אין	יש	עקום אנכי בקרבת המעבר (עד 50 מ'):
	אין	יש	עקום אופקי בקרבת המעבר (עד 50 מ'):
	אין	יש _____	פניות ימניות צמוד למעבר:

הערות: _____

במעבר מרומזר:

- | | | | |
|----|----|-------|---|
| | לא | כן | |
| | לא | כן | האם קיימים לחצני דרישה להולכי רגל: |
| | לא | כן | האם קיים אות קולי במופע הולך רגל: |
| | | _____ | זמן מסוף ירוק הולך רגל לתחילת ירוק הולך רגל: שניות |
| כן | | | כאשר קימת מפרדה: האם חצית הולך רגל מצד 1 לצד 2 ללא עצירה על מפרדה: לא |
| כן | | | האם חצית הולך רגל מצד 2 לצד 1 ללא עצירה על מפרדה: לא |

רשימת אמצעים חסרים במעבר חציה בקטע

.1

.2

.3

.4

.5

.6

3. צומת (הטופס מיועד לצומת אחד)

קוד האתר

רחוב 1 _____ ליד מספר בית זוגי _____ ליד מספר בית אי זוגי _____
 רחוב 2 _____ ליד מספר בית זוגי _____ ליד מספר בית אי זוגי _____
 רחוב 3 _____ ליד מספר בית זוגי _____ ליד מספר בית אי זוגי _____
 רחוב 4 _____ ליד מספר בית זוגי _____ ליד מספר בית אי זוגי _____

מספר זרועות: 3 4 אחר _____
זוויות בין זרועות הצומת: ניצבת אלכסונית - מעלות אחר _____
צומת מרומזר: לא כן
צומת מוגבה: לא כן
תאורה בצומת: אין יש על עמודי חשמל יש על עמודי תאורה
סימון מעברי חציה על המיסעה: אין יש
אוזניים בגישות לצומת: אין יש חלקית יש
שיפועים והנמכות מדרכה ליד מעברי החציה: אין יש חלקי יש
גדרות הולכי רגל על מדרכות בדרך הראשית: אין יש חלקית יש
גדרות הולכי רגל על מפרדה בדרך הראשית: אין יש חלקית יש

בצומת מרומזר:

האם קיימים לחצני דרישה להולכי רגל: לא כן
 האם קיים אות קולי במופע הולך רגל: לא כן

במעבר 1: כאשר אין מפרדה, זמן מסוף ירוק הולך רגל לתחילת ירוק להולך רגל: _____ שניות
 כאשר קימת מפרדה:

מצד 1 לצד 2 זמן מסוף ירוק הולך רגל לתחילת ירוק להולך רגל: _____ שניות
 מצד 2 לצד 1 זמן מסוף ירוק הולך רגל לתחילת ירוק להולך רגל: _____ שניות
 האם חצית הולך רגל מצד 1 לצד 2 היא עם עצירה על מפרדה: לא כן, המתנה _____ שניות
 האם חצית הולך רגל מצד 2 לצד 1 היא עם עצירה על מפרדה: לא כן, המתנה _____ שניות

במעבר 2: כאשר אין מפרדה, זמן מסוף ירוק הולך רגל לתחילת ירוק להולך רגל: _____ שניות
 כאשר קימת מפרדה:

מצד 1 לצד 2 זמן מסוף ירוק הולך רגל לתחילת ירוק להולך רגל: _____ שניות
 מצד 2 לצד 1 זמן מסוף ירוק הולך רגל לתחילת ירוק להולך רגל: _____ שניות
 האם חצית הולך רגל מצד 1 לצד 2 היא עם עצירה על מפרדה: לא כן, המתנה _____ שניות
 האם חצית הולך רגל מצד 2 לצד 1 היא עם עצירה על מפרדה: לא כן, המתנה _____ שניות

שיטת תפעול רמזור הצומת: (א) שיטת הזרועות.

(ב) מופע לשמאלות בראשי ומופע לישרים בראשי.

(ג) מופעים נמשכים- ישר ושמאלה ראשי 1, ישרים ראשי, ישר ושמאלה ראשי 2.

בצומת מרומזר: בדיקת מופעי רמזור משותפים לרכב פונה ימינה ולמעבר חציה בקונפליקט

(א) צומת 3 זרועות.

(ב) צומת 4 זרועות.

(א) סקיצה של הצומת:

בדיקת ראות ל-50 מ' מקצות מעברי חציה.
מידות: אורך מעברי חציה בדרך הראשית, רוחב מפרדות.

ספירות תנועה בצומת בדרך הראשית – כלי רכב

כלי רכב - שעת התחלה: משך המדידה: 5 דקות

	מספר כלי רכב ברחוב הראשי שנכנסו לצומת מכוון 2		מספר כלי רכב ברחוב הראשי שנכנסו לצומת מכוון 1
--	--	--	--

ספירות תנועה במעברי חצייה בצומת – הולכי רגל

הולכי רגל - שעת התחלה: משך המדידה: 5 דקות

	מספר הולכי רגל שחצו את הרחוב הראשי <u>ליד</u> מעבר 1 מצד לצד בשני הכוונים		מספר הולכי רגל שחצו את הרחוב הראשי במעבר 1 מצד לצד בשני הכוונים
	מספר הולכי רגל שחצו את הרחוב הראשי <u>ליד</u> מעבר 2 מצד לצד בשני הכוונים		מספר הולכי רגל שחצו את הרחוב הראשי במעבר 2 מצד לצד בשני הכוונים

רשימת אמצעים חסרים בצומת

.1

.2

.3

.4

.5

.6

4. מעגל תנועה (הטופס מיועד למעגל תנועה אחד)

קוד האתר

רחוב 1 _____ ליד מספר בית זוגי _____ ליד מספר בית אי זוגי _____
 רחוב 2 _____ ליד מספר בית זוגי _____ ליד מספר בית אי זוגי _____
 רחוב 3 _____ ליד מספר בית זוגי _____ ליד מספר בית אי זוגי _____
 רחוב 4 _____ ליד מספר בית זוגי _____ ליד מספר בית אי זוגי _____

מספר זרועות: 3 4 אחר _____

מספר נתיבי כניסה ברחוב הראשי: 1 2 אחר _____

מספר נתיבי יציאה ברחוב הראשי: 1 2 אחר _____

זוויות בין זרועות הצומת: ניצבת אלכסונית - מעלות אחר _____

צווארון למעגל: אין יש ברוחב _____ מ', בגובה _____ ס"מ.

קוטר מעגל (ללא צווארון): _____ מ'

תאורה במעגל התנועה: אין יש על עמודי חשמל יש על עמודי תאורה

סימון מעברי חציה על המיסעה: אין יש

אוזניים בגישות לצומת: אין יש חלקית _____ יש

שיפועים והנמכות מדרכה ליד מעברי החצייה: אין יש חלקי _____ יש

גדרות הולכי רגל על מדרכות בדרך הראשית: אין יש חלקית _____ יש

מפרדה בדרך הראשית: אין יש

כשיש מפרדה בדרך הראשית גדרות הולכי רגל עליה : אין יש חלקית _____ יש

סקיצה של מעגל התנועה.

בדיקת ראות ל-50 מ' מקצות מעברי חציה.
מידות: אורך מעברי חציה בדרך הראשית, רוחב מפרדות.

ספירות תנועה במעגל תנועה בדרך הראשית – כלי רכב

כלי רכב - שעת התחלה: משך המדידה: 5 דקות

	מספר כלי רכב ברחוב הראשי שנכנסו למעגל מכוון 2		מספר כלי רכב ברחוב הראשי שנכנסו למעגל מכוון 1
--	--	--	--

ספירות תנועה במעברי חצייה במעגל תנועה – הולכי רגל

הולכי רגל - שעת התחלה: משך המדידה: 5 דקות

	מספר הולכי רגל שחצו את הרחוב הראשי <u>ליד</u> מעבר 1 מצד לצד בשני הכוונים		מספר הולכי רגל שחצו את הרחוב הראשי במעבר 1 מצד לצד בשני הכוונים
	מספר הולכי רגל שחצו את הרחוב הראשי <u>ליד</u> מעבר 2 מצד לצד בשני הכוונים		מספר הולכי רגל שחצו את הרחוב הראשי במעבר 2 מצד לצד בשני הכוונים

רשימת אמצעים חסרים במעגל התנועה

.1

.2

.3

.4

.5

.6

נספח ד': אפיון אתרי תאונות הולכי רגל בארץ

נספח ד': אפיון אתרי תאונות הולכי רגל בארץ

1. נתונים כלליים

טבלה ד.1: מעברי חצייה בצמתים מרומזרים - נתונים כלליים

מס'	עיר	כתובת	ס"ה תאו'	אחוז תאו' מעל גיל 65	אחוז תחת גיל 14	אחוז תאו' בחשך	סוג רחוב	מרכזי פעילות הולכי רגל	סוג דרך הראשית	חניה ברחוב הראשי	כלי רכב בכון 1-ב-5 דקות	כלי רכב בכון 2-ב-5 דקות	מהירות מותרת (קמ"ש)	מהירות אחוזון 85 כוון 1 (קמ"ש)	מהירות אחוזון 85 כוון 2 (קמ"ש)	מספר מעברי חצייה שנבדקו	סך הכל חצו ב-5 דקות	סך הכל לאורך 5-ב-דקות
1	חיפה	טרומפלדור שלום עליכם	3	67	0	33	עורק באזור מגורים	חנויות, בנק	דו מסלולית 2 נתיבים לכוון	מקבילה	72	50	50	לא נמדד		1	19	לא נספר
2	חיפה	ארלזורוב הפועל	3	33	33	33	עורק במרכז עירוני	חנויות, מקווה	חד מסלולית נתיב לכוון	מקבילה	28		50	32	2	10	24	
3	חיפה	החלוץ יחיאל	5	20	0	0	עורק במרכז עירוני	חנויות, שוק	חד סטרית 3 נתיבים לכוון	אסורה	96		50	34	2	38	107	
4	קריית אתא	עצמאות זבולון הציננות	4	25	0	0	עורק במרכז עירוני	חנויות, בתי קפה	דו מסלולית 2 נתיבים לכוון	מקבילה	70	86	50	54	55	4	45	73
5	עכו	הארבעה פנקס	1	100	0	0	עורק במרכז עירוני	חנויות	דו מסלולית 2 נתיבים לכוון	מקבילה	30	39	50	54	51	1	1	7
6	חיפה	הסתדרות חלוצי התעשייה	5	20	0	40	עורק באזור מסחרי	חנויות, מסעדות, מוסך	דו מסלולית 2 נתיבים לכוון	אסורה	90	87	50	41	46	4	72	22
7	נתניה	פתח תקווה גבע	3	33	33	0	עורק באזור מגורים		דו מסלולית 2 נתיבים לכוון	מקבילה	52	40	50	51	50	2	11	31

31	37	2	53	55	50	20	27	מקבילה	דו מסלולית 3 נתיבים לכוון	חנויות	עורק במרכז עירוני	0	0	0	3	ויצמן מלחמת ששת הימים	נתניה	8
107	134	4	39	37	50	32	52	אסורה	דו מסלולית 2 נתיבים לכוון	חנויות	עורק במרכז עירוני	50	0	25	4	הרצל פתח תקווה	נתניה	9
166	235	4	30	35	50	35	52	מקבילה	דו מסלולית 2 נתיבים לכוון	חנויות, מסעדות, בנקים	עורק במרכז עירוני	0	33	33	3	הרצל בנימין	נתניה	10
115	137	3	30	35	50	35	24	מקבילה	דו מסלולית 2 נתיבים לכוון	חנויות, מסעדות, בנקים	עורק במרכז עירוני	50	0	33	3	הרצל סמולנסקי	נתניה	11
54	111	4	42	48	50	98	103	אסורה	דו מסלולית 3 נתיבים לכוון	חנויות, מסעדות, בנקים	עורק במרכז עירוני	0	20	20	5	אבן גבירול ארלזורוב	תל אביב	12
34	24	4	45	53	50	28	48	מקבילה	דו מסלולית 2 נתיבים לכוון	חנויות, תחנת אוטובוס מרכזית	עורק במרכז עירוני	20	0	60	5	ויצמן תל חי	כפר סבא	13
52	46	4	43	46	50	36	49	אסורה	דו מסלולית 3 נתיבים לכוון נתיב ימני נת"צ	חנויות, מסעדות, תחנת אוטובוס מרכזית	עורק במרכז עירוני	80	0	40	5	זאב אורלוב בר כוכבא	פתח תקווה	14
78	74	4	58	62	50	102	119	אסורה	דו מסלולית 3 נתיבים לכוון נתיב ימני נת"צ	חנויות, בנק, קניון	עורק במרכז עירוני	20	0	50	6	ז'בוטינסקי ביאליק	רמת גן	15
71	24	2	42	42	50	51	38	אסורה	דו מסלולית 2 נתיבים לכוון נתיב ימני בכוון אחד נת"צ	חנויות	עורק במרכז עירוני	20		20	5	שד' ירושלים יהודה הימית	תל אביב	16

87	74	1	45	50	50	54	48	מקבילה	דו מסלולית 2 נתיבים לכוון	חנויות, תחנת אוטובוס מרכזית	עורק במרכז עירוני	20	20	40	5	לוינסקי צמח דוד	תל אביב	17
51	81	4	38	40	50	21	67	מקבילה	חד מסלולית נתיב לכיוון	חנויות	עורק במרכז עירוני	0	0	20	5	העלייה לוינסקי	תל אביב	18
90	181	4	40	46	50	32	35	מקבילה	דו מסלולית 2 נתיבים לכוון	חנויות, בנקים, שוק	עורק במרכז עירוני	20	20	60	5	סוקולוב קוגל	חולון	19
24	24	4	53	45	50	25	16	אסורה	חד מסלולית נתיב לכיוון	חנויות, גן ילדים	עורק במרכז עירוני	0	20	80	5	הרצל העצמאות	בת ים	20
29	34	2	63	62	50	72	59	מקבילה	דו מסלולית 2 נתיבים לכוון עם מת"צ באמצע	חנויות, מרכז קניות	עורק במרכז עירוני	0	0	40	5	דרך חברון התנופה	ירושלים	21

טבלה ד.2: מעברי חצייה במעגלי תנועה - נתונים כלליים

מס'	עיר	כתובת	ס"ה תאו'	אחוז תאו' מעל גיל 65	אחוז תאו' תחת גיל 14	אחוז תאו' בחשך	סוג רחוב	מרכזי פעילות הולכי רגל	סוג דרך הראשית	חניה ברחוב הראשי	כלי רכב בכונן 1 ב-5 דקות	כלי רכב בכונן 2 ב-5 דקות	מהירות מותרת (קמ"ש)	מהירות אחוזון 85 כוון 1 (קמ"ש)	מהירות אחוזון 85 כוון 2 (קמ"ש)	מספר מעברי חצייה שנבדקו	סך הכל חצו ב-5 דקות	סך הכל הלכו לאורך ב-5 דקות
דרך ראשית חד מסלולית דו סטרית דו נתיבית - מעגל חד נתיבי																		
1	קריית טבעון	אלונים החורש	3	0	0	33	עורק במרכז עירוני	חנויות, בנק, קיוסקים, בתי קפה	חד מסלולית נתיב לכונן	מקבילה	43	34	50	46	45	2	18	29
2	חיפה	אחי אילת הגדוד העברי	5	0	20	80	עורק במרכז עירוני	חנויות, מסעדות	חד מסלולית נתיב לכונן	אסורה	51	70	50	46	42	2	10	19
3	חיפה	אחי אילת משה שרת	8	38	0	25	עורק במרכז עירוני	חנויות, מסעדות	חד מסלולית נתיב לכונן	חניה אסורה	47	54	50	46	42	1	2	11
4	קריית ביאליק	קרן היסוד השקדים	2	0	100	0	עורק במרכז עירוני	חנויות, בנק, מרכז מסחרי	חד מסלולית נתיב לכונן	אלכסונית וניצבת	15	31	50	51	53	2	10	6
5	עכו	טרומפלדור ויצמן	3	33	0	67	עורק במרכז עירוני	חנויות, מסעדות, בית ספר	חד מסלולית נתיב לכונן	מקבילה	21	26	50	28	26	3	64	44
6	פרדס חנה כרכור	הנדיב הבנים	3	67	0	67	עורק במרכז עירוני	בית ספר, קיוסק	חד מסלולית נתיב לכונן	אסורה	33	36	50	61	65	4	7	3

דרך ראשית דו מסלולית דו נתיבים - מעגל חד נתיבי

3	1	2	51	59	50	28	25	מקבילה	דו מסלולית 2 נתיבים לכוון		עורק במרכז עירוני	25	25	0	4	הנשיא ויצמן המלך דוד	אור עקיבא	7
33	29	2	42	42	50	68	62	מקבילה	דו מסלולית 2 נתיבים לכוון	ספריה	עורק במרכז עירוני	0	33	0	3	הנשיא רוטשילד	חדרה	8
2	1	2	39	51	50	28	29	מקבילה	דו מסלולית 2 נתיבים לכוון	ברכת שחיה	עורק באזור מגורים	50	25	25	4	חטיבת הנחל יצחק רבין	חדרה	9
7	1	3	71	77	50	7	17	מקבילה	דו מסלולית 2 נתיבים לכוון		מאסף באזור מגורים	0	100	0	1	הפרדס השיזף	חדרה	10

דרך ראשית דו מסלולית דו נתיבים - מעגל דו נתיבי

18	26	4	לא נמדד	58	50	40	68	אסורה	דו מסלולית 2 נתיבים לכוון	חנויות , מסעדות	עורק במרכז עירוני	33	8	8	12	המגינים בן גוריון	חיפה	11
13	3	2	61	54	50	50	36	מקבילה	דו מסלולית 2 נתיבים לכוון		עורק באזור מגורים	50	33	33	6	בן גוריון החשמונאים	קריית מוצקין	12
13	9	2	51	59	50	62	64	מקבילה	דו מסלולית 2 נתיבים לכוון		עורק באזור מגורים	33	0	40	6	שד' ירושלים צה"ל	קריית ים	13
16	40	4	61	65	50	103	70	אסורה	דו מסלולית 2 נתיבים לכוון	חנויות , מסעדות	עורק במרכז עירוני	33	9	18	11	כביש 4 הרברט סמואל שמעוני	חדרה	14

טבלה ד.3: מעברי חצייה בצמתים לא מרומזרים - נתונים כלליים

מס' עיר	כתובת	ס"ה תאו'	אחוז תאו' מעל גיל 65	אחוז תאו' תחת גיל 14	אחוז תאו' בחשך	סוג רחוב	מרכזי פעילות הולכי רגל	סוג דרך הראשית	חניה ברחוב הראשי	כלי רכב בכונן 1 ב-5 דקות	כלי רכב בכונן 2 ב-5 דקות	מהירות מותרת (קמ"ש)	מהירות אחזון 1 (קמ"ש)	מהירות אחזון 2 (קמ"ש)	מספר מעברי חצייה שנבדקו	סך הכל חצו 5-ב דקות	סך הכל הלכו לאורך 5-ב דקות
---------	-------	----------	----------------------	----------------------	----------------	----------	------------------------	----------------	------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------	-----------------------	-----------------------	-------------------------	---------------------	----------------------------

חד נתיב

1	חיפה	ארלזורוב בלפור	3	67	33	33	עורק במרכז עירוני	חניויות	מקבילה	53	33	50	49	46	2	8	23
2	חיפה	יד לבנים הירדן	3	0	67	0	עורק במרכז עירוני	חניויות	מקבילה	40	35	50	50	47	1	1	9
3	חיפה	וולפסון מעין	4	75	0	50	מאסף באזור מגורים		מקבילה	36	26	50	36	30	1	1	4
4	עפולה	חנקין גלבע	1	0	0	0	עורק באזור מגורים	בית ספר	מקבילה ואלכסונית	48	48	50	39	38	1	6	2
5	אור עקיבא	הרצל בלפור	4	0	50	25	מאסף באזור מגורים	חניויות	מקבילה וניצבת	9	5	50	34	30	1	7	19
6	קריית אתא	חנקין	3	67	33	0	מאסף באזור מגורים		אסורה	30	21	50	46	40	1	1	16
7	קריית מוצקין	קדיש לוז משה שרת	2	0	100	50	מאסף באזור מגורים	חניויות, גן לילדים	מקבילה ואלכסונית	18	20	50	37	38	2	6	32
8	קריית מוצקין	קדיש לוז דוד אלעזר	1	0	100	0	מאסף באזור מגורים	חניויות, גן לילדים	מקבילה ואלכסונית	18	20	50	37	38	2	6	32
9	קריית מוצקין	גושן קק"ל	5	20	20	20	עורק במרכז עירוני	חניויות, מתנ"ס	מקבילה	46	59	50	42	42	2	11	18
10	קריית מוצקין	גושן פז	2	0	0	0	עורק במרכז עירוני	חניויות, בנק	אלכסונית	67	38	50	35	40	1	3	22
11	קריית מוצקין	גושן יצחק שדה	3	0	33	0	עורק במרכז עירוני	חניויות, בנק	אלכסונית	67	38	50	35	40	1	11	34

34	11	1	40	35	50	38	67	אלכסונית	חד מסלולית נתיב לכוון	חנניות, בנק	עורק במרכז עירוני	50	0	0	2	גושן דבורה	קריית מוצקין	12
25	6	4	46	47	50	27	26	מקבילה	חד מסלולית נתיב לכוון	בתי קפה, חוף רחצה	עורק במרכז עירוני	40	0	40	5	בן גוריון עצמאות	בת ים	13

רב נתיבים

24	12	1	לא נמדד	51	50	56	59	מקבילה	דו מסלולית דו נתיבי	חנניות	עורק באזור מגורים	67	33	0	3	טרומפלדור רות הכהן	חיפה	14
80	54	3	לא נמדד	36	50	29	79	אסורה	חד סטרי 2 נתיבים	חנניות, שרות תעסוקה	עורק במרכז עירוני	0	25	25	4	שבתאי לוי פרץ	חיפה	15
8	5	1	47	52	50	76	63	מקבילה ואלכסונית	דו מסלולית דו נתיבי	חנניות	עורק במרכז עירוני	0	0	33	3	מוריה הספורט	חיפה	16
2	0	1	48	47	50	102	94	אסורה	דו מסלולית דו נתיבי	חנניות, מלונות	עורק במרכז עירוני	0	25	25	4	אלחדיף רח' 304	טבריה	17
0	7	2	66	49	50	41	55	אסורה	דו מסלולית דו נתיבי	חנניות	עורק במרכז עירוני	0	0	33	3	מעלה יצחק יזרעאל	נצרת עילית	18
13	11	2	52	52	50	72	64	מקבילה	דו מסלולית דו נתיבי	חנניות	עורק במרכז עירוני	22	11	11	9	הנשיא מלחמת ששת הימים	חדרה	19
35	9	2	52	52	50	72	64	מקבילה	דו מסלולית דו נתיבי	חנניות	עורק במרכז עירוני	0	50		4	הנשיא הלל יפה הרב קוק	חדרה	20
7	8	3	71	77	50	7	17	מקבילה	דו מסלולית דו נתיבי	חנניות	מאסף באזור מגורים	50	0	50	2	הפרדס הפקאן	חדרה	21
3	2	1	57	52	50	55	65	אסורה	דו מסלולית דו נתיבי	חנניות	עורק באזור מגורים	50	0	50	4	ביאליק גולדה מאיר	חדרה	22
8	2	1	56	65	50	41	39	מקבילה	דו מסלולית דו נתיבי	חנניות	עורק באזור מגורים	50	0	25	4	ביאליק סיגליות	חדרה	23
24	7	1	42	48	50	61	63	מקבילה	דו מסלולית דו נתיבי	חנניות	עורק באזור מגורים	0	25	75	4	רזיאל פינס	נתניה	24

34	24	2	60	55	50	23	45	מקבילה	דו מסלולית דו נתיבי		עורק באזור מגורים	75	25	25	4	פנחס לבון גולדה מאיר	נתניה	25
15	12	2	51	48	50	54	61	אלכסונית	דו מסלולית דו נתיבי	חנויות	עורק באזור מגורים	40	0	20	5	ויצמן משה שרת	תל אביב	26
43	20	2	41	45	50	85	72	מקבילה	דו מסלולית דו נתיבי	חנויות, בית חולים	עורק במרכז עירוני	0	0	80	5	ויצמן בארי	תל אביב	27
58	15	1	43	58	50	60	77	אסורה	דו מסלולית דו נתיבי	חנויות, קניון	עורק במרכז עירוני	20	20	20	10	דיזנגוף בר כוכבא	תל אביב	28
57	24	1	44	46	50	29	27	מקבילה	דו מסלולית דו נתיבי	חנויות, בית ספר	עורק במרכז עירוני	40	20	0	5	שנקר ארלוזורוב	חולון	29
50	10	1	40	46	50	30	49	מקבילה	דו מסלולית דו נתיבי	חנויות	עורק במרכז עירוני	20	0	20	5	סוקולוב בלינסון חובי ציון	חולון	30
28	28	2	54	53	60	72	45	אסורה	דו מסלולית תלת נתיבי	חנויות	עורק במרכז עירוני	33	0	33	6	הרצל החלוצים	אשדוד	31

טבלה ד.4: מעברי חצייה ב"חצי צומת" (צומת ללא פניות שמאלה) לא מרומזר - נתונים כלליים

מס'	עיר	כתובת	ס"ה תאו'	אחוז תאו' מעל גיל 65	אחוז תאו' תחת גיל 14	אחוז תאו' בחשך	סוג רחוב	מרכזי פעילות הולכי רגל	סוג דרך הראשית	חניה ברחוב הראשי	כלי רכב בכונן 1 ב-5 דקות	כלי רכב בכונן 2 ב-5 דקות	מהירות אחוזון 85 כוון (קמ"ש)	מהירות אחוזון 85 כוון 2 (קמ"ש)	מספר מעברי חצייה שנבדקו	סך הכל חצו ב-5 דקות	סך הכל הלכו לאורך ב-5 דקות
-----	-----	-------	----------	----------------------	----------------------	----------------	----------	------------------------	----------------	------------------	--------------------------	--------------------------	------------------------------	--------------------------------	-------------------------	---------------------	----------------------------

צמתים בדרך ראשית עם לא יותר מנתיב לכיוון

1	חיפה	ארלזורוב הרצוג	4	25	0	0	עורק במרכז עירוני	חניויות גן ציבורי	חד מסלולית נתיב לכונן	מקבילה	29	43	50	לא נמדד	לא נמדד	2	17	23
---	------	----------------	---	----	---	---	-------------------	-------------------	-----------------------	--------	----	----	----	---------	---------	---	----	----

צמתים בדרך ראשית עם יותר מנתיב לכיוון

2	חיפה	שלום עליכם גלבוע	4	50	0	50	עורק במרכז עירוני	מסעדות בתי ספר בנק	דו מסלולית 2,3 נתיבים לכונן	מקבילה אלכסונית	62	74	50	45	1	26	81
3	חיפה	ארלזורוב מיכאל	4	0	25	25	עורק במרכז עירוני	חניויות	חד מסלולי 1,2 נתיבים לכונן	מקבילה	93	58	50	37	2	18	17
4	חיפה	הנביאים הרצליה	3	33	67	33	עורק במרכז עירוני	חניויות	חד סטרי דו נתיבי	מקבילה	50	אין	50	33	1	8	52
5	חיפה	מוריה המים	5	60	40	0	עורק במרכז עירוני	מסעדות קופ"ח	דו מסלולי 2 נתיבים לכונן	מקבילה אלכסונית	63	76	50	47	1	5	10
6	חיפה	פלים המגינים	5	0	20	0	עורק במרכז עירוני	חניויות מסעדות כרמלית משרדים	דו מסלולי 2 נתיבים לכונן	אסורה	68	36	50	40	1	44	60
7	אור עקיבא	הנשיא ויצמן הגפן	0	0	0	0	עורק במרכז עירוני		דו מסלולי 2 נתיבים לכונן	מקבילה	25	28	50	59	1	0	1
8	קריית אתא	זבולון סמולנסקי	1	100	0	0	עורק במרכז	חניויות בנק	דו מסלולי 2 נתיבים	מקבילה	47	56	50	55	1	12	56

									לכון		עירוני								
56	42	1	50	55	50	56	47	מקבילה	דו מסלולי 2 נתיבים לכון	חנויות מסעדות בנק	עורק במרכז עירוני	67	0	33	3	זבולון מקור ברוך	קריית אתא	9	
6	7	1	51	54	50	39	30	מקבילה	דו מסלולי 2 נתיבים לכון	מסעדה מוסך	עורק במרכז עירוני	0	50	0	2	הארבעה גדוד 22	עכו	10	
3	3	1	43	48	50	35	28	מותרת על נתיב	דו מסלולי 2 נתיבים לכון	3	עורק במרכז עירוני	67	33	33	3	למרחב הבוטנים	פרדס חנה כרכור	11	
36	43	1	42	48	50	61	63	מקבילה	דו מסלולי 2 נתיבים לכון	5	עורק במרכז עירוני	20	0	40	5	רזיאל 8 יהלום	נתניה	12	
38	9	1	54	53	50	61	74	מקבילה	דו מסלולי 2 נתיבים לכון	חנויות בנק	עורק במרכז עירוני	25	0	100	4	פנקס בודנהיימר	תל אביב	13	
20	37	1	50	62	50	100	101	מקבילה	דו מסלולי 2 נתיבים לכון	משרדים בית משפט בסיס צבאי	עורק במרכז עירוני	0	0	0	6	שאל המלך חנה סגש	תל אביב	14	

טבלה ד.5: מעברי חצייה לא מרומזרים בקטע דרך - נתונים כלליים

מס'	עיר	כתובת	ס"ה תאו'	אחוז מעל גיל 65	אחוז תחת גיל 14	אחוז תאו' בחשך	סוג רחוב	מרכזי פעילות הולכי רגל	סוג דרך הראשית	חניה ברחוב הראשי	כלי רכב בכונן 1 ב-5 דקות	כלי רכב בכונן 2 ב-5 דקות	מהירות מותרת (קמ"ש)	מהירות אחוזון 85 כוון 1 (קמ"ש)	מהירות אחוזון 85 כוון 2 (קמ"ש)	סך הכל חצו ב-5 דקות	סך הלאור ב-5 דקות
-----	-----	-------	----------	-----------------	-----------------	----------------	----------	------------------------	----------------	------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------	--------------------------------	--------------------------------	---------------------	-------------------

מעברי חצייה בדרך ראשית עם נתיב אחד לכונן

1	חיפה	ארלזורוב 18	4	25	0	0	מאסף באזור מגורים		חד מסלולית נתיב לכונן	מקבילה	57	12	50	49	46	2	6
---	------	-------------	---	----	---	---	-------------------	--	-----------------------	--------	----	----	----	----	----	---	---

מעברי חצייה בדרך ראשית עם יותר מנתיב לכונן

2	חיפה	גאולה 20	3	33	67	33	עורק באזור מגורים	חניית בית ספר	דו מסלולי 1,2 נתיבים לכונן	מקבילה	36	52	50	56	35	10	61
3	חיפה	ארלזורוב 18	5	20	20	20	עורק באזור מגורים	מרכז אומניות	חד מסלולי 1,2 נתיבים לכונן	אין	65	34	50	43	38	4	32
4	חיפה	הרצל 82	2	100	0	0	עורק במרכז עירוני	חניית	חד מסלולי 1,2 נתיבים לכונן	אלכסונית	29	56	50	42	38	5	29
5	חיפה	מוריה 25	3	67	0	0	עורק במרכז עירוני	חניית	דו מסלולי 2 נתיבים לכונן	מקבילה ניצבת	63	76	50	52	47	4	15
6	חיפה	מוריה 94	4	50	0	25	עורק באזור מגורים		דו מסלולי 2 נתיבים לכונן	מקבילה	61	67	50	55	47	4	5
7	חיפה	רוטשילד 57	2	50	0	0	עורק באזור מגורים		דו מסלולי 2 נתיבים לכונן	מקבילה	9	52	50	59	53	4	2
8	טבריה	אוהל יעקוב 12	2	50	50	0	עורק במרכז עירוני	חניית	דו מסלולי 2 נתיבים לכונן	מקבילה	36	65	50	46	52	3	1
9	טבריה	אוהל יעקוב 6	2	0	100	0	עורק במרכז עירוני	חניית	דו מסלולי 2 נתיבים לכונן	מקבילה	36	65	50	46	52	0	2

2	0	60	58	50	31	12	מקבילה	דו מסלולי 2 נתיבים לכוון	מרכז קהילתי	עורק במרכז עירוני	67	33	33	3	דרך העמק 22	נצרת עילית	10
37	8	אין	70	50	50	153	בכביש שרות	חד סטרי 3 תלת נתיבי עם כביש שרות	חנניות חוף רחצה	עורק באזור מגורים	50	0	25	4	הרברט סמואל 32	תל אביב	11

טבלה ד.6: מקומות חצייה בקטע דרך ללא מעברים - נתונים כלליים

מס'	עיר	כתובת	ס"ה תאו'	אחוז תאו' מעל גיל 65	אחוז תאו' תחת גיל 14	אחוז תאו' בחשך	סוג רחוב	מרכזי פעילות הולכי רגל	סוג דרך הראשית	חניה ברחוב הראשי	כלי רכב 1 בכונן 5-דקות	כלי רכב 2 בכונן 5-דקות	מהירות מותרת (קמ"ש)	מהירות אחוזון 85 כוון 1 (קמ"ש)	מהירות אחוזון 85 כוון 2 (קמ"ש)	סך הכל חצו ב-5 דקות	סך הכל הלכו לאורך 5-דקות
-----	-----	-------	----------	----------------------	----------------------	----------------	----------	------------------------	----------------	------------------	------------------------	------------------------	---------------------	--------------------------------	--------------------------------	---------------------	--------------------------

מקומות חצייה בדרך ראשית עם לא יותר מנתיב לכוון

1	חדרה	רוטשילד בקטע הנשיא העלייה השנייה	2	0	0	0	מאסף במרכז עירוני	חנניות קופ"ח מועדון זקנים	חד מסלולי דו סטרי נתיב לכוון	מקבילה	7	8	50	31	30	5	20
---	------	----------------------------------	---	---	---	---	-------------------	---------------------------	------------------------------	--------	---	---	----	----	----	---	----

מקומות חצייה בדרך ראשית עם יותר מנתיב לכוון

2	חיפה	הרצל 87-92	3	33	0	33	עורק במרכז עירוני	חנניות	חד מסלולי דו סטרי 1,2 נתיבים לכיוון	מקבילה	29	56	50	42	38	4	29
3	טבריה	הגליל בקטע הירדן הפרחים	3	0	0	33	עורק במרכז עירוני	חנניות מסעדות תחנה מרכזית	חד סטרי 3 נתיבים לכיוון	מקבילה	76	אין	50	25	אין	23	41
4	עפולה	ירושלים 10-16	5	20	0	40	עורק במרכז עירוני	חנניות משרדי ממשלה	דו מסלולי 2 נתיבים לכיוון	אין	40	57	50	47	40	12	66

2. נתונים פרטניים

טבלה ד.7: מעברי חצייה בצמתים מרומזרים - נתונים פרטניים

מס'	עיר	כתובת	אורך מחזור (שנ')	אחוז חוצים באדום	משך מירבי לחצייה (שנ')	מספר מופעים משותפים	שינויים פסיים מומלצים	שינויים מומלצים בתמרורים וסימונים	שינויים מומלצים ברמזורים	שינויים מומלצים בבקרת תנועה
1	חיפה	טרומפלדור שלום עליכם	לא נמדד	לא נספר	לא נמדד	0	שיפור ראות מע"ח ימינה משלום עליכם			
2	חיפה	ארלזורוב הפועל	120	לא נספר	135	0			צמצום זמן המתנה לה"ר על אי טיפה	
3	חיפה	החלוץ יחיאל	לא נמדד	22	לא נמדד	2			ביטול תנועות משותפות ע"י מופע בלעדי להולכי רגל	
4	קריית אתא	עצמאות זבולון הציונות	לא נמדד	לא נספר	לא נמדד	0			שיפור גל ירוק להולכי רגל	
5	עכו	הארבעה פנקס	60	לא נספר	91	2	להסיר תמרורי ג-7 מאירים מוארים		מומלץ שלחצן דרישה בכל מעבר חצייה יפעיל את 2 המעברים	
6	חיפה	הסתדרות חלוצי התעשייה	150	לא נספר	לא נמדד	0				
7	נתניה	פתח תקווה גבע	72	27	86	4	הרחבת מפרדות מרכזיות ל-2 מ'		קיצור המתנות ה"ר במפרדה, או תכנון רמזור ללא מופעים משותפים לפניה ימינה והולכי רגל	הפיכת צומת למעגל חד נתיבי (ריסון).
8	נתניה	ויצמן מלחמת ששת הימים	90	19	108	0	הצרת מסלולי רח' ויצמן ל 2 נתיבים וחניה מקבילה במקום 3 נתיבים, ובנית אוזניים ומפרצים לחניה ותחנות אוטובוס ומעברי חצייה.		בנית איים משולשים בכל זרועות הצומת כדי לקצר המתנות ה"ר במפרדה.	
9	נתניה	הרצל פתח תקווה	90	2	78	2			לבטל פניית פרסה ממזרח עם ירוק למעבר חצייה. ביטול ירוק משותף-ימינה ממערב ומעבר חצייה	

	לבטל 4 ירוקים משותפים לרכב ימינה והולכי רגל ולתת תמונה כל הולכי רגל ירוק כולל באלכסון			4	76	14	80	הרצל בנימין	נתניה	10
	לבטל 3 ירוקים משותפים לרכב ימינה והולכי רגל ולתת תמונה כל הולכי רגל ירוק כולל באלכסון			3	85	23	80	הרצל סמולנסקי	נתניה	11
	למנוע שני מופעים משותפים לרכב ימינה ולהולכי רגל			2	68	6	90	אבן גבירול ארלזורוב	תל אביב	12
	מחזורים ארוכים מדי. לקצר		הוספת אוזניים, הוספת גדר על מפרדה גם ממערב לצומת	2	135	9	120	ויצמן תל חי	כפר סבא	13
				4	100	16	90	זאב אורלוב בר כוכבא	פתח תקווה	14
	לקצר המתנות ה"ר על מפרדה בצד מזרח.		במעבר חציה מזרחי להגדיל שטח (אורך ורוחב) להמתנת הולכי רגל	1	152	3	120	ז'בוטינסקי ביאליק	רמת גן	15
	לקצר מחזורים שיתאימו לנפחי התנועה		לפנות כלי רכב חונים לא חוקית מהנתיבים או להסדיר חניה על חשבון נתיב.	4	77	55	110	שד' ירושלים יהודה הימית	תל אביב	16
			לבנות אוזן בצד צפון מערב. לבטל נתיב שלישי ליד הצומת במסלול הצפוני.	1	65	39	90	לוינסקי צמח דוד	תל אביב	17
			לבנות איי טיפה ברח' העלייה על חשבון נתיב	3	80	23	90	העלייה לוינסקי	תל אביב	18
			להגדיל אזור המתנה במפרדה בזרוע קוגל (יש 1.9 מ', וש הרבה ממתונים).	1	46	16	90	סוקולוב קוגל	חולון	19
	לצמצם זמני המתנה של הולכי רגל על איי ההפרדה על ידי שינוי תוכנית רמזור.			4	116	42	80	הרצל העצמאות	בת ים	20
				0	148	27	100	דרך חברון התנופה	ירושלים	21

טבלה ד.8: מעברי חצייה במעגלי תנועה - נתונים פרטניים

מס'	עיר	כתובת	מס' נתיבים בגישה	רוחב גישה מירבי (מ')	קוטר (המעגל (מ')	גובה הצווארון (ס"מ)	רוחב הצווארון (מ')	שינויים פיסיים מומלצים	שינויים מומלצים בתמרורים וסימונים	שינויים מומלצים בבקרת תנועה
דרך ראשית חד מסלולית דו סטרית דו נתיבית - מעגל חד נתיבי										
1	קריית טבעון	אלונים החורש	1	4.6	10.6	8	1			
2	חיפה	אחי אילת הגדוד העברי	1	6.6	13.1	2	1.5	להצר גישה רחבה, להגביה צווארון		
3	חיפה	אחי אילת משה שרת	1	4.9	17	8	1			
4	קריית ביאליק	קרן היסוד השקדים	1	5	8	10	0.8	מצפון להרחיק נתיב חניה אלכסונית למניעת הסתרה, מפרדה בדרך הראשית		
5	עכו	טרומפלדור ויצמן	1	5.5	9.8	10	1.1	הצרת גישה, הוספת אזניים למעברי חצייה		
6	פרדס חנה כרכור	הנדיב הבנים	1	5	19.9	0	2.5	להגביה צווארון, להצר גישות, להסדיר רחוב ראשי כעירוני		
דרך ראשית דו מסלולית דו נתיבית - מעגל חד נתיבי										
7	אור עקיבא	הנשיא ויצמן המלך דוד	1	6.1	26.9	אין	אין	להצר גישות, לבנות צווארון, להקטין רדיוס פנייה ימינה	לתקן מיקום תמרורי מעגל, לשפר סימון, להחליף תמרורים מזכות קדימה למעגל	
8	חדרה	הנשיא רוטשילד	1	7	15.9	2	2	להצר גישות, להגביה צווארון.	תוספת תמרורים עיליים	
9	חדרה	חטיבת הנחל יצחק רבין	1	5.9	15.5	3	1.5	להצר גישות, להגביה צווארון, לצמצם נתיב ברחוב ראשי		
10	חדרה	הפרדס השיזף	1	5.3	13	2	1.5	לרסן מהירות ברחוב ראשי על ידי צמצום נתיבים, להגביה צווארון		
דרך ראשית דו מסלולית דו נתיבית - מעגל דו נתיבי										
11	חיפה	המגינים בן גריון	2	7.4	15	3	1.5			להפוך מעגל לרמזור

12	קריית מוצקין	החשמונאים	2	8.7	25.3	6	1		להפוך מעגל לרמזור
13	קריית ים	שד' ירושלים צה"ל	2	8.1	53	0	אין	תמרורים עליים	להפוך מעגל לרמזור
14	חדרה	כביש 4 הרברט סמואל שמעוני	2	9	27.5	2	1	תמרורים עליים בכל הכוונים (אם לא ירומזר)	להפוך מעגל לרמזור

טבלה ד.9: מעברי חצייה בצמתים לא מרומזרים - נתונים פרטניים

מס'	עיר	כתובת	מס' נתיבים בדרך ראשית לכוון	רוחב נתיב מירבי (מ')	רוחב מפרדה (מ')	סמיכות לרמזורים	בעיית ראות במעברי חצייה	אוזניים	הנמכות מדרכה ליד המעבר	תמרורי מעבר חצייה	תמרור מהבהב	גדרות הולכי רגל בדרך הראשית	שינויים פסיים מומלצים	שינויים מומלצים בתמרורים וסימונים	שינויים מומלצים בבקרת תנועה
-----	-----	-------	-----------------------------	----------------------	-----------------	-----------------	-------------------------	---------	------------------------	-------------------	-------------	-----------------------------	-----------------------	-----------------------------------	-----------------------------

חד נתיביים

1	חיפה	ארלזרוב בלפור	1	3.6	אין	אין	אין	יש	יש	צידי	אין	יש			
2	חיפה	יד לבנים הירדן	1	3.65	אין	סמוך לרמזור	יש	יש	יש	עילי	אין	אין	להגדיל אי משולש, לבנות אי טיפה להולכי רגל.	להוסיף ה-8 מהבהב לתמרור עילי מאיר מואר	
3	חיפה	וולפסון מעין	1	3.5	אין	סמוך לרמזור	יש	חלקי	אין	צידי	אין	אין	להגדיל אוזן לשיפור ראות. לשפר תאורה.		
4	עפולה	חנקין גלבע	1	3.3	אין	אין	אין	יש	יש	צידי	אין	אין	לבנות אי מפלט		
5	אור עקיבא	הרצל בלפור	1	2.6	אין	אין	אין	אין	אין	אין	אין	אין	לקרב מעברי חצייה לצומת, לבנות אוזניים, הנמכות מדרכה, איי טיפה, הגבת צומת	לתמרר	
6	קריית אתא	חנקין	1	5.1	אין	סמוך לרמזור	אין	אין	יש	צידי	אין	אין			

7	קריית מוצקין	קדיש לוז משה שרת	1	4.6	1.3	אין	אין	יש	יש	יש	ציד	אין	במדרכה חלקי	הגבהת מעבר	להוסיף תמורים צידיים
8	קריית מוצקין	קדיש לוז דוד אלעזר	1	4.6	1.3	סמוך לרמזור	אין	יש	יש	יש	ציד	אין	אין	הגבהת מעבר	להוסיף תמורים צידיים
9	קריית מוצקין	גושן קק"ל	1	4	17	אין	יש	יש	יש	יש	ועילי	אין	אין	להוסיף אוזן, להגביה מעברים, להעתיק מעבר לשיפור נראות.	תמורים נמוכים, מהבהבים עיליים וצדדיים.
10	קריית מוצקין	גושן פז	1	4.7	16.8	אין	אין	יש	יש	יש	ציד	אין	במדרכה חלקי	לגדר מפרדה למניעת חציה לא במעבר חציה	להוסיף תמור עילי, מהבהבים.
11	קריית מוצקין	גושן יצחק שדה	1	4.7	16.8	אין	יש	יש	יש	יש	ציד	אין	במדרכה חלקי	לגדר מפרדה	להוסיף מהבהבים
12	קריית מוצקין	גושן דבורה	1	4.7	16.8	סמוך לרמזור	אין	יש	יש	יש	ציד	אין	במדרכה	לגדר מפרדה	להוסיף תמור עילי, מהבהבים.
13	בת ים	בן גוריון עצמאות	1	3.2	אין	אין	יש	יש	יש	יש	אין	אין	אין	הארכת האוזן לשיפור ראות, לבנות איי טיפה בצמתים	להפוך צמתים למעגל אם לא בונים איי מפלט

רב נתיבים

14	חיפה	טרומפלדור רות הכהן	2	3.7	2.5	בין שני רמזורים	יש	יש	יש	יש	עילי	אין	במפרדה חלקי		תמורים צידיים, סימון חיצים על פני הדרך, מהבהבים
15	חיפה	שבתאי לוי פרץ	2	3.95	אין	סמוך לרמזור	אין	אין	יש	אין	אין	אין	במדרכה	לבנות אוזן.	להוסיף תמור עילי, מהבהבים
16	חיפה	מוריה הספורט	2	3.35	2.1	סמוך לרמזור	אין	יש	יש	יש	ועילי	אין	במפרדה חלקי		פנסים מהבהבים
17	טבריה	אלחדיף	2	3.35	3.3	בין שני	אין	אין	אין	אין	ציד	אין	אין	הנמכות במדרכה ובמפרדה,	למנוע

	הסתרת תמרור קיים, להוסיף תמרורים עיליים וצידיים	לשקול לבטל מעבר כי קיים מעבר מרומזר קרוב.							רמזורים				רח' 304			
18	נצרת עילית	מעלה יצחק יזרעאל	2	3.45	5	אין	אין	אין	אין	אין	יש	אין	אין	אין	מדרכה ובמפרדה	עילי פועל בלילה
19	חדרה	הנשיא מלחמת ששת הימים	2	3.2	2	אין	אין	אין	סמוך לרמזור	יש	יש	אין	אין	אין	במדרכה חלקי	אין
20	חדרה	הנשיא הלל יפה הרב קוק	2	3.2	2	אין	אין	אין	אין	יש	חלקי	אין	אין	אין	במדרכה חלקי	אין
21	חדרה	הפרדס הפקאן	2	3.7	4.8	אין	אין	אין	אין	יש	אין	אין	אין	אין	אין	ריסון מהירות בדרך ראשית ע"י הצרה לנתיב אחד בכל כוון.
22	חדרה	ביאליק גולדה מאיר	2	3.25	2	אין	אין	אין	בין שני רמזורים	אין	יש	אין	אין	אין	במפרדה	לרסן תנועה הצרה.
23	חדרה	ביאליק סיגליות	2	3.1	2	אין	אין	אין	סמוך לרמזור	יש	יש	אין	אין	אין	במפרדה	להצר מיסעה לנתיב אחד, להעתיק עץ המסתיר תמרור עילי
																להוסיף מהבהבים. להאריך זרועות ג-7

לשקול הפיכת צומת למעגל תנועה חד נתיבי	לסמן מעבר נוסף, להוסיף תמרוך עילי		אין	אין	אין	יש	יש	אין	אין	3.2	3.5	2	רזיאל פינס	נתניה	24
התקנת רמזור בצומת	מהבהבים עיליים וצידיים (לפני רמזור)	לבנות מפרדה עם גדרות, להעתיק תחנות אוטובוס לאחר הצומת	אין	אין	צידי ועילי	חלקי	יש	אין	סמוך לרמזור	2.5	3.75	2	פנחס לבון מאיר	נתניה	25
	מהבהבים, צידיים, להפעיל מהבהבים גם ביום	לגזום עצים שמסתירים תמרורים, להעתיק מקום מעבר כדי לקצרו, לבטל נתיב מיותר	אין	עילי פועל בלילה	צידי ועילי	יש	יש	יש	סמוך לרמזור	4	3.05	2	ויצמן משה שרת	תל אביב	26
	להפעיל מהבהבים גם ביום		אין	עילי פועל בלילה	צידי ועילי	יש	חלקי	אין	סמוך לרמזור	2.4	3.75	2	ויצמן בארי	תל אביב	27
להפעיל רמזור (לא בשיטת הזרעות) דורש שינוי גיאומטרי.		על חשבון נתיבי נסיעה איי מפלט ונתבי חניה לפריקה וטעינה	אין	עילי פועל תמיד	אין	יש	חלקי	אין	סמוך לרמזור	אין	2.85	2	דיזנגוף בר כוכבא	תל אביב	28
	להוסיף תמרורים, צידיים, תמרורים עיליים ומהבהבים		אין	אין	צידי	יש	יש	אין	סמוך לרמזור	1.7	3.15	2	שנקר ארלזרוב	חולון	29
	תמרוך עילי, מהבהבים	לשפר ראות: גיזום צמח, העתקת עמוד חשמל	אין	אין	אין	יש	יש	יש	סמוך לרמזור	1.8	3.25	2	סוקולוב בלינסון חובי ציון	חולון	30
התקנת רמזור בצומת	תמרוך עילי, הקטנת מהירות מותרת ל 50.	להפוך נתיב שלישי לחניות ולנתיבי פניה קצרים ולמפרצים לאוטובוס, להצר נתיבים	במפרדה חלקי	אין	צידי ועילי	יש	אין	אין	בין שני רמזורים	5	3.5	3	הרצל החלוצים	אשדוד	31

טבלה ד.10: מעברי חצייה ב"חצי צומת" (צומת ללא פניות שמאלה) לא מרומזר - נתונים פרטניים

מס'	עיר	כתובת	מס' נתיבים בדרך ראשית לכוון	רוחב נתיב מירבי (מ')	רוחב מפרדה (מ')	סמיכות לרמזורים	בעיית ראות במעברי חציה	אוזניים	הנמכות למדרכה ליד המעבר	תמרורי חצייה מעבר	תמרור מהבהב	גדרות הולכי רגל בדרך הראשית	שינויים פסיים מומלצים	שינויים בתמרורים וסימונים מומלצים	שינויים מומלצים בבקרת תנועה
צמתים בדרך ראשית עם לא יותר מנתיב לכוון															
1	חיפה	ארלזחורוב הרצוג	1	4.5	אין	סמוך לרמזור	יש	יש	יש	צידי	אין	אין	להוסיף תמרורים צידיים		
צמתים בדרך ראשית עם יותר מנתיב לכוון															
2	חיפה	שלום עליכם גלבוע	3	4.05	2	סמוך לרמזור	אין	יש	יש	עילי	עילי פועל תמיד	במדרכה	במסלול תלת נתיבי תמרור עילי נוסף, תמרורים צידיים		
3	חיפה	ארלזחורוב מיכאל	2	3.25	אין		אין	יש	יש	אין	אין	אין	תמרורים צידיים. מהבהבים		
4	חיפה	הנביאים הרצליה	2	3.2	אין	אין	יש	יש	יש	צידי	אין	במדרכה	לשפר שילוט אזהרה מקדים, להוסיף תמרורים עיליים ומהבהבים		
5	חיפה	מוריה המים	2	3.25	1.3		יש	יש	יש	ועילי צידי	אין	במדרכות	פנסים מהבהבים		
6	חיפה	פלים המגינים	2	3.35	1.7	בין שני רמזורים	אין	אין	יש	אין	אין	אין	תמרורים צידיים. לשקול לרמזר ומהבהבים		
7	אור עקיבא	הנשיא ויצמן הגפן	2	3.5	4.7	אין	אין	יש	יש	צידי	אין	אין	תמרור עילי, מהבהבים		
8	קריית אתא	זבולון סמולנסקי	2	3.75	4	סמוך לרמזור	אין	יש	יש	צידי	אין	אין	צביעה, תמרור עילי, מהבהבים		
9	קריית אתא	זבולון מקור ברוך	2	3.55	2	סמוך לרמזור	אין	יש	יש	צידי	אין	אין	צביעה בכביש שירות, תמרור עילי, מהבהבים		

10	עכו	הארבעה גדוד 22	2	3.45	3.9	לרמזור סמוך	אין	יש	יש	עילי	אין	בפרדה	של האיים המשולשים בניית שטח צביעה	להאריך זרועות תמרורים עיליים, מהבהבים תמרורים צדדיים.
11	פרדס חנה כרכור	למרחב הבוטנים	2	4.05	3	אין	אין	חלקי	אין	עילי	אין	במדרכה	להעביר מע"ח לצומת לאי משולש. הנמכות, אוזניים. לשקול לצמצם נתיבים	להוסיף מהבהבים לשקול מעגל תנועה
12	נתניה	רזיאל 8 יהלום	2	3.5	3.2	לרמזור סמוך	אין	יש	יש	עילי וצידי פועל תמיד	אין	בפרדה	להגביה מעבר או להצר לנתיב אחד	
13	תל אביב	פנקס בודנהיימר	2	3.9	2	בין שני רמזורים	אין	אין	יש	עילי וצידי פועל בחשך ועילי	אין	בפרדה	גיזום צמחיה במפרדה, אוזניים, הצרת נתיבים.	הפעלת מהבהבים ביום. סימון נתיבי החניה.
14	תל אביב	שאול המלך חנה סנש	2	4.1	3	בין שני רמזורים	אין	יש	יש	עילי וצידי פועל תמיד ועילי	אין	אין	לגזום צמחיה במפרדה, להצר נתיבים	לשקול רימזור

טבלה ד.11: מעברי חצייה לא מרומזרים בקטע דרך - נתונים פרטניים

מס'	עיר	כתובת	מס' נתיבים בדרך ראשית לכוון	רוחב נתיב מירבי (מ')	רוחב מפרדה (מ')	לרמזורים סמיכות	בעיית ראות במעברי חציה	אוזניים	הנמכות מדרכה ליד המעבר	תמרורי מעבר חצייה	תמרור מהבהב	גדרות הולכי רגל בדרך הראשית	שינויים פיסיים מומלצים	שינויים מומלצים בתמרורים וסימונים
מעברי חצייה בדרך ראשית עם נתיב אחד לכוון														
1	חיפה	ארלזורוב 18	1	3.6	אין	אין	אין	יש	יש	עילי	אין	עילי פועל תמיד	הגבת אוזן, בניית אי מפלט על חשבון נתיבי חנייה	
מעברי חצייה בדרך ראשית עם יותר מנתיב לכוון														
2	חיפה	גאולה 20	1,2	3.5	1.5	בין שני רמזורים	יש	יש	יש	צידי	במדרכות	צידי פועל תמיד	להגדיל אוזן לשיפור נראות, להרחיב אי מפלט	בכוון עם 2 נתיבים תמרור עילי ומהבהבים

תמרוך צידי ומהבהבים	אי מפלט במקום נתיב או מעבר מוזז ואז במקום נתיב חנייה	אין	אין	עילי	אין	אין	אין	סמוך לרמזור	0	3	1,2	ארלזורוב 18	חיפה	3
כונן עם 2 נתיבים תמרוך צידי ומהבהבים		אין	אין	עילי	יש	יש	אין	סמוך לרמזור	2	3.5	1,2	הרצל 82	חיפה	4
	ביטול חניה מקבילה לשיפור ראות	אין	עילי פועל תמיד	צידי ועילי	יש	יש	יש	סמוך לרמזור	2.8	3.75	2	מוריה 25	חיפה	5
	גיזום עץ שמסתר תאורה, ביטול חניות לשיפור ראות	אין	עילי פועל תמיד	צידי ועילי	יש	יש	יש	סמוך לרמזור	3	3.3	2	מוריה 94	חיפה	6
תמרורים צידיים	גיזום צמחיה במפרדה לשיפור ראות	אין	אין	עילי	חלקי	חלקי	יש	בין שני רמזורים	2	3.2	2	רוטשילד 57	חיפה	7
	הרחבת אי מרכזי	במפרדה	אין	צידי ועילי	אין	אין	יש	אין	0.45	3.6	1,2	אוהל יעקוב 12	טבריה	8
	הרחבת אי מרכזי	במפרדה	אין	עילי	אין	אין	אין	סמוך לרמזור	0.45	3.6	1,2	אוהל יעקוב 6	טבריה	9
תמרורים צידיים, הארכת זרועות לתמרורים עיליים, הפעלת הבהוב גם ביום	אוזניים. הנמכות	במדרכה	עילי פועל בחשך	עילי	אין	אין	אין	סמוך לרמזור	4	3.55	2	דרך העמק 22	נצרת עילית	10
הפעלת הבהוב גם ביום		אין	עילי וצידי פועל בחשך	צידי ועילי	חלקי	אין צורך	אין	סמוך לרמזור	2	3	3	הרברט סמואל 32	תל אביב	11

טבלה ד.12: מקומות חצייה בקטע דרך ללא מעברים - נתונים פרטניים

מס'	עיר	כתובת	מס' נתיבים בדרך ראשית לכוון	רוחב נתיב מירבי (מ')	רוחב מפרדה (מ')	שינויים פסיים מומלצים	שינויים מומלצים בבקרת תנועה
מקומות חצייה בדרך ראשית עם לא יותר מנתיב לכוון							
1	חדרה	רוטשילד בקטע הנשיא העלייה השנייה	1	3.65	אין	שינוי חתך- הוספת מפרדה, הסדרת נתיבי חנייה עם אוזניים	
מקומות חצייה בדרך ראשית עם יותר מנתיב לכוון							
2	חיפה	הרצל 87-92	1,2	3.5	אין	הוספת שני מעברי חציה מרומזרים בקטע	
3	טבריה	הגליל בקטע הירדן הפרחים	3	3.2	אין	ביטול חניה מקבילה. הרחבת מדרכה הצבת מעקה הולכי רגל למניעת חציה בקטע	
4	עפולה	ירושלים 10-16	2	3.55	2	התקנת גדר במפרדה	מעגל תנועה עם מעברי חצייה במרכז הקטע



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

Infrastructure solutions for improving pedestrian safety in Israel

Prof. Doron Balasha

Dr. Victoria Gitelman

Eng. Roby Carmel

Limor Hendel

Fany Pesahov

Report No. S/2/2009

March 2009, Haifa

Technion - Israel Institute of Technology	<u>Name of Publication:</u> Infrastructure solutions for improving pedestrian safety in Israel
<u>Project No./Research Code No.:</u> 2/2008	<u>Publication No./Research Report No.:</u> S/2/2009
<u>Type of Publication:</u> Research Report	<u>Authors:</u> D. Balasha, V. Gitelman, R. Carmel, L. Hendel, F. Pesahov
<u>Name of Sponsor:</u>	<u>Performing Department:</u> The Ran Naor Road Safety Research Center

A b s t r a c t :

Over 30% of the Israeli road accident fatalities are pedestrians. The problem of pedestrian injury is well familiar in many countries, while a large amount of knowledge and information has been accumulated in the professional literature regarding the efficiency of various infrastructure solutions for treating the problem. Thus, a comprehensive study was conducted which included:

- a. A detailed characteristic and analysis of pedestrian accidents in Israel, including international comparisons and creating a typology of pedestrian accident patterns;
- b. Collecting and examination of infrastructure solutions for improving pedestrian safety, based on the international and Israeli experiences. Besides, a survey of Israeli experts was conducted regarding the solutions' efficiency.
- c. Diagnosing of infrastructure problems at pedestrian accident sites in Israel.
- d. Identifying of infrastructure solutions that might improve pedestrian safety in Israel.

Based on the literature review, a comprehensive classification was built with summaries on the efficiency of infrastructure solutions for improving pedestrian safety, which included about 80 measures subdivided into 7 groups: (1) measures for road sections; (2) measures for pedestrian midblock crossings; (3) traffic calming measures for collector roads; (4) measures for junctions; (5) traffic calming measures for streets; (6) measures for traffic signals; (7) other measures – education; enforcement, publicity, vehicle technologies. The Israeli experts' review pointed out the most efficient solutions, according to the experts, while overall a relatively high agreement was observed between the literature findings and the expert judgments.

To diagnose the infrastructure characteristics and deficiencies related to pedestrian accident occurrences, a field survey of accident sites was conducted. The survey comprised 95 sites, in Jewish and mixed-populated towns, which were chosen among the towns with relatively high pedestrian injury indices as well as from the national list of junctions and street segments with high accident concentration. The findings showed that pedestrian safety problem is mainly associated with high-volume multiple-lane streets which are located in city centers. In a quarter of the accident sites examined, deficiencies in the infrastructure arrangements were recognized.

A cross-checking between the safety problems identified at pedestrian accident sites and appropriate infrastructure solutions was performed. The findings were summarized according to the traffic arrangement types, which are: unsignalized crosswalks on multiple-lane roads, unsignalized crosswalks on two-way two-lane roads, signalized junctions, crosswalks at roundabouts, and street sections without crosswalks.

The research findings show that, on the one hand, pedestrian safety can be improved by increasing the use of known infrastructure solutions, and conversely, a need in examination of advanced infrastructure solutions which are accepted in other countries, is indicated. However, in order to generate a significant change in the state of pedestrian injury in urban areas, a different approach is required, i.e. a transfer from spot treatment to a systemic treatment of the problem. A systemic

inquiry and transformation of the urban road network is required, in order to diminish the areas of vehicle-pedestrian contacts and/or to significantly reduce the vehicle speeds in pedestrian presence and activity areas.

The infrastructure solutions which are recommended for examination by controlled field experiments in Israeli conditions are: raised crosswalks on high-volume collector streets; adding refuge islands to two-way street crosswalks; advanced lighting, animated eyes' display, and zigzag marking near crosswalks – for midblock crossings; advanced stop line near midblock crossing on a dual-carriageway road; special pedestrian crosswalk signals such as Pelican/Puffin; adding flashing red lights to pedestrian signals, pedestrian countdown signals, pedestrian detectors - at signalized crosswalks; exclusive pedestrian phase, and earlier release of pedestrian signal in shared pedestrian and right-turning vehicle green – at junctions.

Keywords: Infrastructure solutions, pedestrian safety

Distribution: unlimited

Comments:

No. of Pages: 141

Date: March 2009