



הקורבן השלישי



הסיכון הבלתי נסבל
של הולך הרגל

כתב ד"ר דן מוקואס

הרשות הלאומית
לבטיחות בדרכים





w w w . r s a . g o v . i l

שלום רב,
הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים מקדמת תרבות של בטיחות וסובלנות בדרכים, על מנת להפחית את מספר הנפגעים בתאונות דרכים.
על אף הירידה ההדרגתית במספר ההרוגים בתאונות דרכים בעשור האחרון, הולכי הרגל מהווים עדיין כשליש מסך ההרוגים בתאונות דרכים. בשנת 2011 נהרגו 125 הולכי רגל, רובם נפגעו בתאונות דרכים בתוך הערים.
הספר שלפניכם "הקורבן השלישי- הסיכון הבלתי נתפס של הולך הרגל" מסכם את הידע הרב שנצבר בשנים האחרונות על מאפייני הסיכון של הולך הרגל ועל האמצעים בהם ניתן להשפיע בצורה יעילה למען בטיחותו.
הספר עוסק בהיפגעות הולכי רגל, מרחיב על מאפייני ילדים כהולכי רגל, מפרט על מאפייני פגיעה של רכב בהולך רגל, ומציין את ההשלכות של ידע זה על התכנון העירוני.
הספר מיועד לאנשי מקצוע ולפעילים במסגרות ארגוניות ציבוריות ופרטיות העוסקים בבטיחות בדרכים, הן בהיבטיה ההנדסיים, והן בהשלכותיה החברתיות המחייבות התערבות הסברתית וחינוכית.

אנו מקווים כי תמצאו בספר כלי עזר לעבודתכם ומאחל לכם קריאה מועילה.



רון מוסקוביץ
מנכ"ל



ד"ר שי סופר
מדען ראשי



תוכן עניינים

3	מבוא
5	פרק א: ממדי ההיפגעות
45	פרק ב: היבטים התפתחותיים
69	פרק ג: ההיבט הטכני
106	פרק ד: תכנון עירוני ובטיחות הולך הרגל
129	נספח
131	מראי מקום



מבוא

הולך הרגל הוא משתמש בדרך פגיע במיוחד, בהיותו חשוף לסיכון ללא כל אמצעי מיגון שיש לנוסעים ברכב. כיון שההליכה ברחוב היא צורת התחבורה השכיחה ביותר, מספר הנפגעים בתאונות הולך רגל גדול וחומרתן גבוהה מזו של סוגי תאונות אחרות. בישראל המצב חמור יותר מאשר במדינות המערב ושליש מההרוגים בתאונות דרכים הם הולכי הרגל. כדי למצוא פתרונות לבעיית חוסר בטיחות הולך הרגל, צריך קודם כל להכיר בצורה מדוייקת את מאפייני התנהגותו ואת מגבלות האדם בתוך מערכת תחבורתית בעלת ביצועים הרבה יותר גבוהים מאלו שמספקים לו השרירים והחושים.

הולך הרגל נע ברחוב תוך כדי חיפוש אחרי הנוחיות המרבית ותוך כדי שמירת היכולת לתנועה חופשית. מבחינתו, המצב הרצוי ביותר הוא להגיע ליעדו כל האפשר בדרך הקצרה ביותר ובמישור. דרישות אלו נתקלות לא פעם באילוצי שטח ותנועה כשהדרך המיועדת להולך על ידי מתכנן הרחוב מחייבת מסלול הליכה ארוך ומסובך יותר. אמצעי חצייה מוגנים כמו גשרים עיליים או מעברים תת-קרקעיים מונעים מגע עם תנועת כלי הרכב ומספקים בטיחות מרבית אך הם כרוכים באי הנוחיות הנובעת מהצורך לעלות ולרדת במדרגות ולהשתמש במסלול הליכה ארוך מהקו הישר בין הולך הרגל ויעדו. לעיתים הוא נמנע משימוש באמצעים אלו לא רק מסיבות של נוחיות (קושי לגבי אדם קשיש לטפס על מדרגות) אלא גם מסיבות של ביטחון אישי בגלל הסיכון לתקיפה במעבר מבודד.

בשעה שהנהג מחוייב להתנהגות מוסכמת ונעזר בשפת סימנים בעלת משמעות פחות או יותר ברורה, הולך הרגל נע, עוצר, משנה כיוון ללא התרעה ומפתיע לא פעם את הנהג. חוכמת הנהיגה דורשת אם כן גם הדרכה נאותה לחיזוי התנהגותו של האדם ההולך, במיוחד כשהוא צעיר מאוד (ילדים מתחת לגיל 10) או מבוגר מאוד.

כדי להקל על הולך הרגל ולאפשר לו חצייה בטוחה, פותח מעבר החצייה המסומן, המואר ולעיתים שמוקן בו רמזור עם מופע ("פאזה") מיוחד להולך הרגל. אמצעים תחבורתיים נוספים הקשורים למטלת החצייה הם איי התנועה המחלקים את המסעה לשני אזורים עם אפשרות המתנה באמצע הכביש והדרך החד-סטריית המקלה לכאורה על הולך הרגל, שצריך להתמודד (בעיקרון!) עם תנועה מכיוון אחד בלבד. הטכנולוגיה יכולה לתרום לשיפור תנאי החצייה על ידי גלאי נוכחות ונפח המתאמים בין צרכי המשתמשים בדרך השונים והמצמצמים ככל האפשר זמני המתנה. אמצעים קיצוניים יותר מפרידים בין זרם התנועה של כלי הרכב והתנועה הרגלית על ידי גשרים עיליים או מנהרות בעלי נגישות גבוהה שמספקות מדרגות נעות ואשר רמת הביטחון שלהן מחוזקת תודות למערכות מעקב ולנוכחות קבועה של ציבור ידידותי. אמצעי עוד יותר קיצוני משאיר את הולך הרגל בסביבתו הטבעית ובמישור הפתוח ושולח את התנועה הממוכנת לכביש העילי או למנהרה... או מסלק אותה מהמדרחוב לטובת הליכה בלעדית. גישת ההפרדה המוחלטת הופיעה כבר ב"ערים החדשות" הבריטיות שלאחר מלחמת העולם השנייה, במיוחד בעיר Stevenage אך המגמה היום נוטה לשילוב ההולך עם תנועה מתונה באזור המגורים (כמו ברחוב "הולנדי") ובתכנון מושכל של שכונות עירוניות ותיקות תוך כדי מתן תשובה הולמת למכלול הדרישות החברתיות והכלכליות של הציבור.



שיפור משמעותי בבטיחות ההליכה ברחוב איננו רק פועל יוצא של תשתית תקינה, למרות שזו מהווה את התנאי הבסיסי להשגת אותה מטרה, כיוון שאדם חייב להיות אחראי למעשיו ולא רצוי בטווח הארוך לסמוך בצורה עיוורת על יעילות המערכות הטכניות. התנהגות נאותה בהליכה ברחוב ובחציית הכביש נדרשת בכל עת וגם כשעומדים לרשות האדם אמצעים טכניים מתוחכמים. בהעדר כללי התנהגות ברורים ואשר הציבור מציית להם באופן גורף, חוזר הסיכון לרמה גבוהה מהרצוי בעקבות שאננות, התאמה התנהגותית ורכישת הרגלים המונעים פעילות יעילה בעת צרה. הפיכת תהליכי השימוש בדרך על ידי האדם הכולך לבטוחים ולנעימים מושגת אם כן גם בעזרת החינוך, ההסברה והאכיפה המשטרתית. כמו בתחומי הבטיחות בדרכים הקשורים לאינטראקציה בין נהגים, שיפור בטיחות הולך הרגל מותנה בהפעלה מתוחכמת ומאסיבית של כל האמצעים הללו ולכל סוגי האוכלוסייה.

מטרת המסמך המוצג בזה היא סיכום ועדכון הידע שהצטבר בשנים האחרונות על מאפייני הסיכון של הולך הרגל ועל האמצעים בהם ניתן להשפיע בצורה יעילה למען בטיחותו. הוא מיועד לאנשי מקצוע ולפעילים במסגרות ארגוניות ציבוריות ופרטיות העוסקים בבטיחות בדרכים, הן בהיבטיה ההנדסיים, והן בהשלכותיה החברתיות המחייבות התערבות הסברתית וחינוכית.



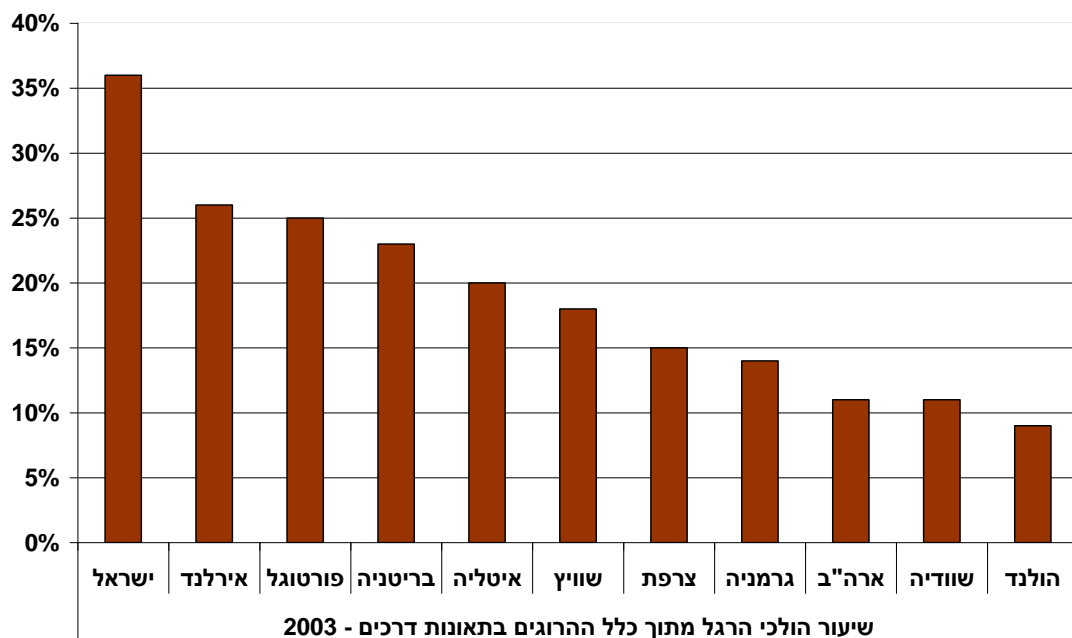
פרק א. ממדי ההיפגעות

1. נתוני היפגעות כלליים:

היפגעותם של הולכי הרגל מציגה דפוסים יציבים במאפייני התאונות ובהיקפיהן לאורך השנים, ויש לזהות דפוסים אלו כמקור ראשון להגדרת מדיניות לצמצום ולמניעתן. להלן ממדי בעיית הולך הרגל, על סמך נתוני השנים האחרונות, בארץ ובעולם:

בשנת 2003 נפגעו בארץ 2991 הולכי רגל, ומהם נהרגו 163:

בשעה שהולכי הרגל הם כ - 8% מכלל הנפגעים בתאונות דרכים בארץ, הם מהווים 36% מההרוגים, ו - 31% מהנפגעים קשה. בתאונות בין-עירוניות 16% מההרוגים הם הולכי רגל, אך בשטח עירוני, מתוך 191 הרוגים, 118 (62%) היו הולכי רגל. חלקו של הולך הרגל בארץ בקרב קורבנות התאונות הוא גבוה מאוד בהשוואה לארצות אחרות, כנראה באיור שלהלן:



איור 1. שיעור הולכי הרגל בהרוגים באירופה ובישראל (מקור: הלמ"ס)

מנתוני שנת 2003 אפשר לציין את הדברים הבאים:

- בשליש מהתאונות הקטלניות של הולכי-הרגל בעיר, הנפגעים לא חצו את הכביש, אלא עמדו בו, הלכו לאורכו, שיחקו בכביש, או נפגעו במדרכה או על אי תנועה.
- בשטח עירוני נהרגו 118 הולכי רגל. בדרכים בין-עירוניות נהרגו 45 הולכי רגל.
- שיעור התאונות הקטלניות והקשות מתוך סה"כ (חומרה) גבוהה פי שניים מחוץ למעבר (46.2%) מחומרת התאונות במעבר חצייה (20%). החומרה גבוהה יותר במעבר חצייה מרומזר (23%) מאשר במעבר חצייה לא מרומזר (18.3%).



בהשוואה למשתמשי דרך אחרים, קטלניות הפגיעה בהולך הרגל בישראל יציבה לאורך השנים :

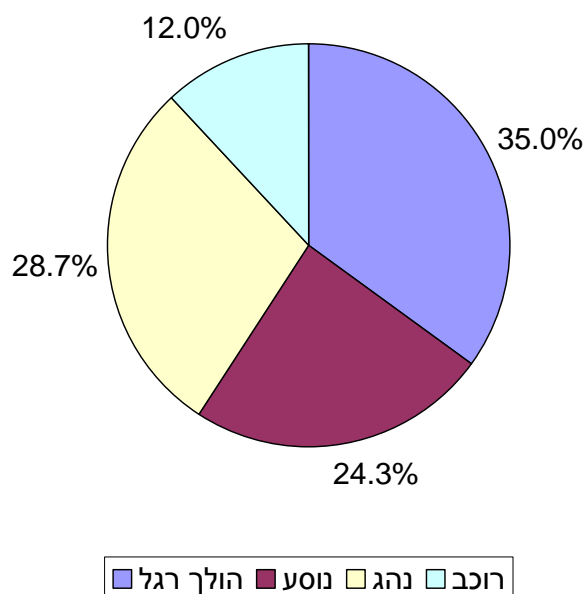
שנה	מספר הרוגים	מהם הולכי רגל	% הולכי רגל מתוך סה"כ
2001	542	172	31.7%
2002	525	176	33.5%
2003	445	159	35.7%
2004	467	166	35.5%
2005	437	130	29.7%
2006	405	136	33.6%
2007	382	114	29.8%
2008	412	134	32.5%
2009	314	105	33.4%
2010	352	119	33.8%

טבלה 1. מספר כלל ההרוגים והולכי הרגל ההרוגים בתחומי הקו הירוק (מקור: הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים, 2011)

היפגעות הולך הרגל באה לכדי ביטוי באיור שלהלן המדגיש את משקלו היחסי של ה"קורבן השלישי":

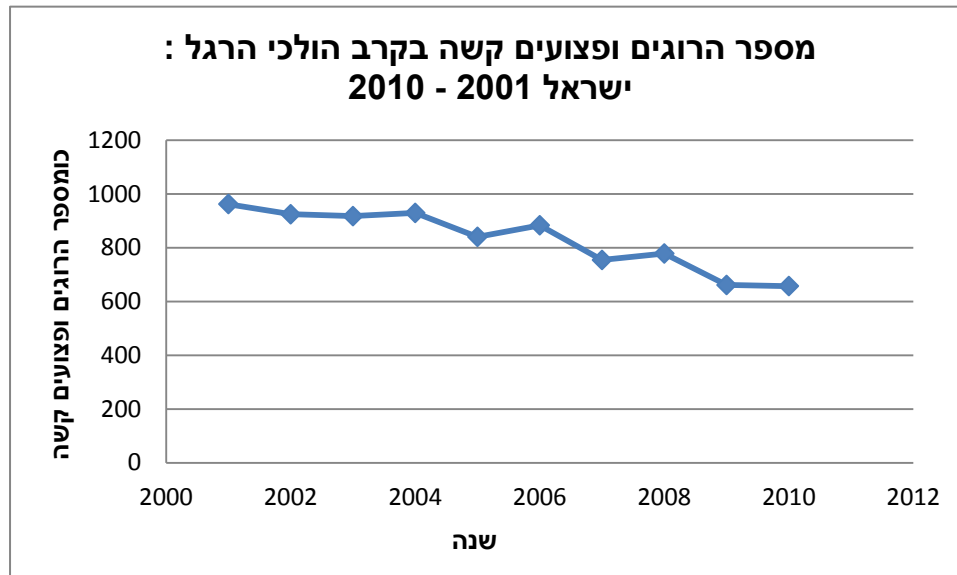
הקורבן השלישי





איור 2. חלוקת "עוגת הקטל" בישראל (ממוצע לשנים 2004 - 2000)

רמת הקטל בדרכים בארץ לאורך שנים נמצא במגמת ירידה בקרב הנפגעים בתוך הרכב, אך מספר הולכי הרגל הנפגעים בתאונה קשה נשאר גבוה, כנראה להלן:



איור 3. מגמות ההיפגעות החמורה של הולכי הרגל בישראל

במונחים מוחלטים, היפגעות הולכי הרגל נשארה יציבה בין 2001 ו- 2004. בשנים האחרונות מתחוללת ירידה חדה בקרב ההרוגים במסגרת שיפור כללי של הבטיחות בדרכים בישראל. (מקור: הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים, יוני 2011).



מדוע שיעור היפגעות הולך הרגל כל כך גבוה בישראל לעומת מדינות אירופה? יש להניח שמדובר בתוצאה של מכלול גורמי תשתית שאיננה מספיק ידידותית, דמוגרפיה (שיעור ילדים וצעירים גבוה ביחס לאוכלוסיה הבוגרת) וכן גם רמת משמעת וציות לחוק, הן של הנהגים והן של ההולכים. על כל פנים הממצא מצביע על נושא בטיחותי מרכזי שיש לתת עליו את הדעת ולהפנות אליו הרבה יותר מאמצים ואמצעים כדי לצמצם את ממדיו מבלי להגדיל במונחים מוחלטים את ממדי הפגיעה בשאר המשתמשים בדרך. הנתונים המוחלטים אכן מצביעים על יציבות לאורך השנים במספר הולכי הרגל הרוגים ופצועים קשה למרות ירידה במספר כלל הנפגעים באוכלוסיה זו ולמרות שיפור גם במספר הנפגעים וגם בחומרת פגיעתם של המשתמשים בדרך האחרים.

2. נסיבות התאונה:

להלן מספר הולכי הרגל שנפגעו בתאונה בשנת 2004 בפילוג לפי הנסיבות:

2.1 פגיעה בהולך רגל שלא בעת חציית הכביש, לפי קבוצות גיל:

סך הכל	אחר	עמד על מפרדה או מדרכה	עמד או שיחק על הכביש	הלך על הכביש	פעולה גיל
35	14	8	9	4	0 - 4
43	26	9	7	1	5 - 9
38	18	9	5	6	10 - 14
74	32	20	11	11	15 - 19
123	48	35	27	12	20 - 29
109	47	23	28	11	30 - 44
141	76	29	16	19	45 - 64
115	46	29	23	17	65 +
689	316	162	130	81	סך הכל

טבלה 2. מספר הולכי רגל שנפגעו שלא בחצייה, לפי גיל ב- 2004



מתוך 2997 הולכי רגל שנפגעו בתאונת דרכים ב- 2004, 23% לא ניסו לחצות כביש אלא נפגעו בעת פעולה אחרת, כגון הליכה בכיוון או מול התנועה, עמידה על אי תנועה או אפילו על המדרכה. מספר קטן אך לא מבוטל של הולכי רגל נפגעו כשהם עמדו או שיחקו על הכביש.

חומרת הפגיעה כשהיא מתרחשת בעת עמידה על אי תנועה או על המדרכה, גבוהה יותר מאשר בעת עמידה על הכביש, כנראה בגלל פעולות מנע יותר מוקדמות של הנהג. מספר הילדים ובני הנוער הנפגעים עד גיל 15 מגיע ל- 116, בשעה שבקרב בני 15 - 45 יש 306 נפגעים ועוד 256 בני 45 ומעלה.

2.2. פגיעה בהולך רגל בעת חציית הכביש, לפי קבוצות גיל:

סך הכל	חצה בקטע דרך לא במעבר	חצה בצומת מחוץ למעבר	חצה במעבר לא מרומזר	חצה במעבר מרומזר	פעולה
					גיל
135	81	7	41	6	0 - 4
284	141	18	114	11	5 - 9
187	74	10	83	20	10 - 14
186	47	16	99	24	15 - 19
253	61	19	132	41	20 - 29
264	89	22	124	29	30 - 44
418	117	34	211	56	45 - 64
516	170	39	254	53	65 +
2254	784	167	1062	241	סך הכל

טבלה 3. מספר הולכי רגל שנפגעו בעת חצייה, לפי גיל ב- 2004

רוב תאונות הולכי הרגל התרחשו במעברי חצייה לא מרומזרים או בקטעי דרך, שלא במעבר מסומן, אך מנתונים אלו אין להסיק איכן מסוכן יותר, בהיעדר מדידות של נפחי תנועה באותם מקומות, כדי שאפשר יהיה לחשב שיעור היפגעות בכל צורת חצייה נתונה.



מהנתונים הקודמים נגזרים שיעורי ההיפגעות הבאים בתוך כל קבוצת גיל:

קבוצת גיל	חצייה במעבר		חצייה שלא במעבר		סך הכל
	מרומזר	לא מרומזר	בצומת	בקטע דרך	
0 - 14	6.10%	39.30%	5.80%	48.80%	606 100%
15 - 29	14.80%	52.60%	8.00%	24.60%	439 100%
30 - 64	12.50%	49.10%	8.20%	30.20%	682 100%
65 +	10.30%	49.20%	7.50%	32.90%	516 100%
סך הכל	10.70%	47.10%	7.40%	34.80%	2254 100%

טבלה 4. שיעורי היפגעות לפי מקום וגיל ב - 2004

לקבוצות הגיל השונות יש דפוסי היפגעות מאפיינים:

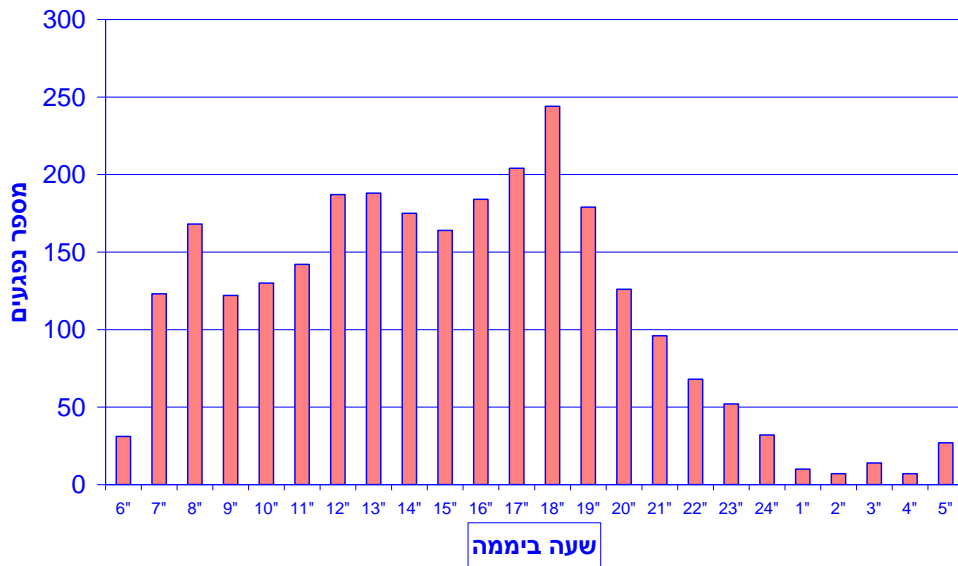
- בחציית מעבר מרומזר, שיעור היפגעות בני 0 – 14 מגיע רק ל – 6.1% לעומת ממוצע של 10.7% לכלל הגילאים. גם בחצייה בצומת שלא במעבר, שיעור היפגעותם קטן יחסית.
- כמחצית הנפגעים עד גיל 14 נפגעו בחציית רחוב בקטע דרך שלא במעבר מסומן, לעומת רק כרבע מבני 15 – 29
- בני 15 – 29 נפגעים הכי פחות יחסית בקטע דרך אך בקרבם, אך הם נפגעים הכי הרבה יחסית במעבר מרומזר: 14.8% לעומת ממוצע כללי של 10.7%
- רק 17% מהנפגעים שלא בחצייה הם ילדים ובני הנוער עד לגיל 14. בקרב החוצים, קבוצת גיל זו מהווה 27% מהנפגעים. לעומת זאת, בני 15 – 44 מהווים 44.4% מהנפגעים שלא בחצייה אך רק 31.2% מהנפגעים בעת החצייה.

2.3. היפגעות הולך הרגל לפי שעה:

בשנת 1999 מספר הולכי הרגל הנפגעים בתאונה רבים בעיקר בשעות הצהריים והערב. התופעה יציבה עם השנים ואפשר לראות את אותו דפוס היפגעות גם בשנת 2004.

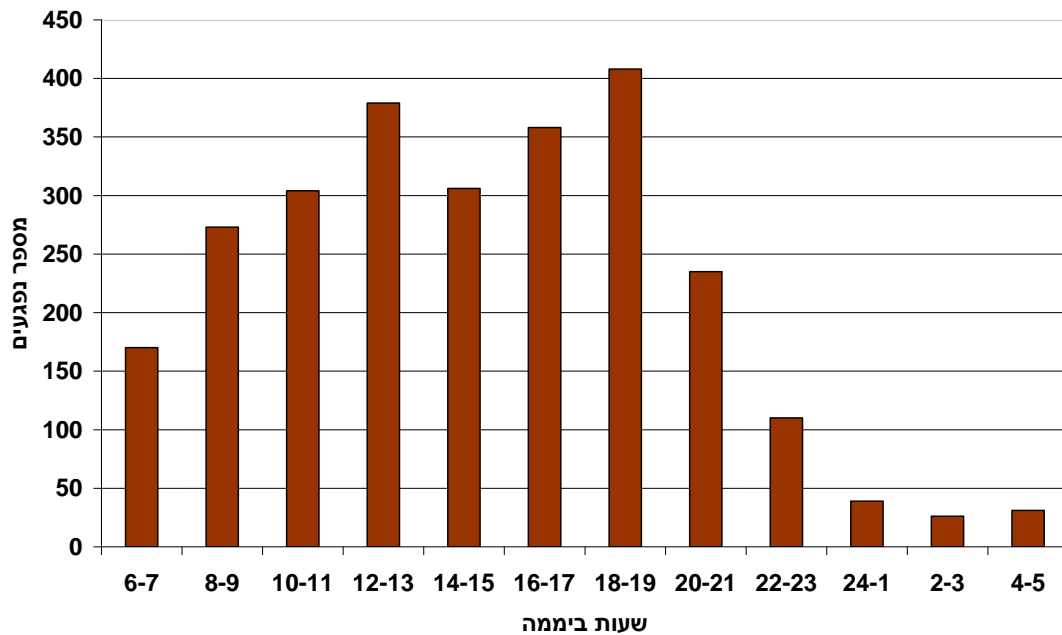


הולכי רגל נפגעים ב - 1999



איור 4. היפגעות הולכי רגל לאורך היממה

מספר הנפגעים קשור ככל הנראה לנפח התנועה המשולב של הולכי הרגל ושל כלי הרכב. מכאן שהגרף אינו מציג בהכרח רמת סיכון שעתית ויכול להיות שהסיכון האישי של הולך רגל להיפגע ממכונית גבוה יותר בחצות מאשר ב - 12 בצהריים, למרות שמספר הנפגעים באותה שעה יותר נמוך. דפוסי ההיפגעות היומית תלויים בהרגלי חיים ותנאי ארגון החברה, כך שמעט שינויים חלים בס לאורך זמן. לדוגמא הגרף הבא, המתייחס לאותה תופעה בשנת 2004:

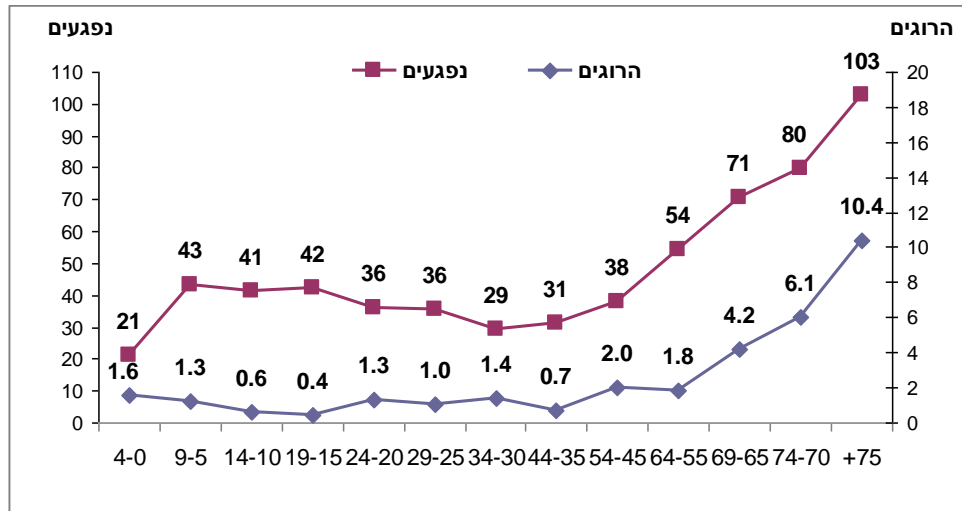


איור 5. מספר הולכי רגל שנפגעו בתאונה כל שעתיים לאורך היממה בשנת 2004 (מקור הנתונים: הלמ"ס 1250 יוני 2005)



2.4 הסיכון של הולך הרגל המבוגר :

שיעור הנהרגים בקבוצות גיל שונות איננו זהה והפגיעים ביותר הקשישים בגיל 70 ומעלה. אפשר לראות זאת בפילוג שיעורי ההרוגים הולכי רגל בקרב הנפגעים לפי קבוצות הגיל :



איור 6. מספר הולכי רגל נפגעים והרוגים ל – 100,000 תושבים, לפי גיל בישראל 2006 - 2007 מתחת לגיל 10 היו בשנה זו 4 הרוגים על כל 100 נפגעים בקבוצת הגיל, אך בקרב כל 100 נפגעים קשישים בני 75 ומעלה, יש כ – 10 הרוגים. את היקף וחומרת בעיית הולך הרגל המבוגר בישראל אפשר לסכם גם בטבלה הבאה המתייחסת לשנת 2005 והמבוססת על נתוני הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים :

מספר נפגעים ל - 100,000	מספר הרוגים ל - 100,000	אוכלוסיה באלפים	נפגעים	הרוגים	מדד / גיל
23.5	1.27	709	167	9	0 - 4
47.3	0.87	1255	594	11	5 - 14
37.2	1.22	573	213	7	15 - 19
32.8	0.89	557	183	5	20 - 24
31	1.13	1862	578	21	25 - 44
45.4	2.56	1287	584	33	45 - 64
98.4	6.97	688	677	48	65 +

טבלה 5. היפגעות הולך הרגל בישראל - 2005

בצורת שיעור היפגעות הולכי הרגל היתה כ- 20% מכלל הנפגעים ב – 1970 אך רק 12% ב – 1995, כתוצאה של שיפורי תשתית אך גם של הפחתת ההליכה לטובת הנסיעות ברכב (Fontaine1997). מבוגרים נפגעים יותר באמצע ובסוף החצייה לעומת ילדים הנפגעים דווקא בעיקר בתחילת ניסיונם לחצות. מצוקת הולך הרגל המבוגר בארץ מתבטאת בחריפות במדדי ההיפגעות: בני 65 ומעלה נפגעים פי שלושה יותר ונהרגים פי שבעה יותר מבני 45 ומטה יחסית לקבוצת הגיל שלהם.



אין ספק שזו תוצאה של שילוב קטלני בין תשתית חסרת רחמים ולבין יכולות פסיכו-מוטוריות וקוגניטיביות פחותות להתמודד עם מטלת החצייה. כיוון שיכולות אלו ניתנות לשינוי בקושי רב, עיקר המאמץ לשיפור בטיחותו של ההולך הקשיש טמון בתשתית ובטכנולוגיות ידידותיות.

3. חומרת תאונות הולך הרגל:

חומרת התאונות מוגדרת על ידי שיעור הנפגעים בצורה קטלנית או קשה מתוך כלל הנפגעים בתאונות מסוג מסויים. הנתונים הבאים פורסמו על ידי הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.

3.1 להלן מונה ההיפגעות של הולכי רגל בישראל בשנים 1997 – 1999 :

תאונות קשות	תאונות קטלניות	סה"כ תאונות הולכי רגל	חומרה (שיעור קשה וקטלני)
2606	408	11,228	23.8%
339	146	798	60.8%
2945	554	12,026	29.1%
			סך הכל

טבלה 6. מספר תאונות הולכי רגל בשלוש שנים

רוב תאונות הולך הרגל מתרחשות בשטח עירוני אך חומרתן נמוכה כמעט פי שלושה מחומרת התאונות בדרכים בין-עירוניות. הלמ"ס מבדילה בין תאונות בעת חצייה ותאונות שלא בחציית הרחוב, כדלקמן:

פעולה	מספר תאונות בדרכים עירוניות	חומרת תאונות בדרכים עירוניות	מספר תאונות בדרכים בין-עירוניות	חומרת תאונות בדרכים בין-עירוניות
הלך על הכביש	392	25.5%	51	64.7%
עמד על הכביש	686	21.9%	67	44.8%
שיחק על הכביש	61	44.2%	7	42.9%
עמד על אי הפרדה	37	27.0%	5	40.0%
עמד על המדרכה	530	22.2%	63	52.4%

טבלה 7. מספר תאונות הולכי רגל שלא בשלבי חצייה בשלוש שנים



מקום ביחס למעבר החציה	מקום התאונה	מספר תאונות עירוניות	חומרת תאונות עירוניות	מספר תאונות בין - עירוניות	חומרת תאונות בין - עירוניות
במעבר חציה	עם רמזור	854	22.7%	74	58.1%
במעבר חציה	בלי רמזור	2952	17.1%	32	50.0%
מחוץ למעבר חציה	על יד צומת	1453	35.2%	120	74.2%
מחוץ למעבר חציה	בקטע דרך	2755	37.0%	222	73.0%
	אחר ולא ידוע	1256	25.4%	141	45.3%

טבלה 8. מספר תאונות הולכי רגל בשלבי חציית הכביש בשלוש שנים

מגמות ההיפגעות שהוצגו לעיל מציגות יציבות ראויה לציון גם בשנות האלפיים: בשנת 2001 נפגעו בארץ 2995 הולכי רגל בהם 172 הרוגים ו- 790 פצועים קשה. פילוג ההיפגעות מצביע על רמות סיכון שונות לפי מקום האירוע כיון שבמקומות מסויימים מספר הנפגעים גדול יחסית אך מספרים מוחלטים כמו 155 נפגעים שעמדו על המדרכה לא יכולים לשמש להשוואות ולא מעידים על היקף הבעיה בהיעדר נתוני חשיפה, כלומר מספר האנשים העומדים על המדרכה ושלא נפגעו באותה תקופה, לעומת למשל 103 הולכי הרגל שנפגעו בעת הליכה על הכביש. אי אפשר להסיק מנתונים אלו אם הליכה על הכביש יותר מסוכנת או פחות מסוכנת מעמידה על המדרכה. לפיכך רצוי להשתמש למטרות השוואה במדדים יחסיים של החומרה. הטבלה הבאה מסכמת ממצאים אלו ומאפשרת השוואה בין סוגים שונים של היפגעות הולכי רגל:

הלך על הכביש	שיחק או עמד על הכביש	עמד על המדרכה או על שטח הפרדה	חצה במעבר חצייה מרומזר	חצה במעבר חצייה לא מרומזר	חצה שלא במעבר חצייה לא על יד צומת	חצה שלא במעבר חצייה על יד צומת
36.9%	44.8%	27%	20.5%	17%	53%	47%

טבלה 9. שיעור נפגעים בצורה קשה או קטלנית מתוך סך כל הנפגעים בכל סוג תאונה (ישראל 2001)



הנתונים יציבים לאורך השנים ולדוגמה ב – 2003 (הלמ"ס 1225, יוני 2004) חומרת התאונות במעבר חצייה ללא רמזור עמדה על 18.3% ובמעבר עם רמזור היא הגיעה ל – 23%. מבחינת חומרת התאונות, נראה בברור את היתרון של חציית הרחוב במעבר חצייה אך נשאר העובדה המדאיגה (והחוזרת בעקביות במשך שנים) שהמעבר המרומזר מציג רמת חומרה גבוהה מזו של המעבר ללא רמזור, כנראה בגלל התנהגות פחות זהירה ותחושת בטיחות מופרזת אך אולי גם בגלל סוגי דרכים שונות (רמזורים מותקנים יותר בכבישים סואנים בהם המהירויות יותר גבוהות). התאונות המתרחשות בעת הליכה, עמידה, משחק וחציית רחוב מחוץ למעברים מציגות רמת חומרה מאוד גבוהה: 40 – 50% מהנפגעים נהרגים או נפצעים בצורה קשה. הממצאים של 2004 מחזקים מסקנות אלו והמגמות שזוהו בנתונים הקודמים בולטות שוב ובמיוחד החומרה הגבוהה של התאונות במעבר חצייה מרומזר, ובחצייה מחוץ למעבר, כנראה בטבלה להלן:

סוג פעולה	חצייה במעבר		חצייה מחוץ למעבר		עמד על המדרכה או הכביש, הלך על הכביש שיחק בכביש, עמד על שטח הפרדה
	מרומזר	לא מרומזר	על יד צומת	בקטע דרך	
מספר נפגעים	241	1062	167	784	689
חומרה: אחוז קשה וקטלני	28.60%	16.50%	40.70%	49%	31.50%

טבלה 10. מספר הולכי רגל שנפגעו ב – 2004 בתאונה וחומרתה לפי סוג הפעולה של ההולך (מקור: הלמ"ס 1250, יוני 2005)

3.2. קטלניות תאונות הולך הרגל:

3.2.1 תאונות הולך רגל שלא בחציית הכביש:

מספר פעולה	הלך על הכביש	עמד או שיחק על הכביש	עמד על מפרדה או מדרכה	אחר	סך הכל
כלל נפגעים	81	130	162	316	689
הרוגים	5	5	13	24	47
קטלניות (%)	6.20%	3.80%	8%	7.60%	6.80%

טבלה 11. קטלניות תאונות של הולך רגל שלא בחצייה בשנת 2004



שיעור ההרוגים הגבוה ביותר מופיע בהקשר לפגיעה בהולך רגל בהיותו על המדרכה או על מפרדה בין נתיבים. כנראה שקטלניות גבוהה מתקשרת להפתעה הדדית יותר חדה שאיננה מלווה בפעולות מניעה יעילות, לעומת מצבו של הולך רגל על הכביש, שאמנם מסוכן מאוד אך המאפשר במידת מה זיהוי מקדים ופעולת התחמקות הן של ההולך והן של הנהג.

3.2.2 מספר הולכי רגל שנהרגו בעת חציית כביש :

סך הכל	חצייה שלא במעבר		חצייה במעבר		סוג חצייה / מספר נפגעים
	בקטע דרך	בצומת	לא מרומזר	מרומזר	
2254	784	167	1062	241	כלל נפגעים
124	73	14	16	21	הרוגים
5.5%	9.3%	8.4%	1.5%	8.7%	קטלניות (%)

טבלה 12. קטלניות תאונות של הולך רגל בעת חצייה בשנת 2004

בהיעדר נתונים על נפחי תנועת הולכי הרגל, לא ניתן לקבוע איכן מסוכן יותר לחצות את הכביש (מספר נפגעים ביחס למספר חוצים בקטגוריה נתונה). אך ממד הקטלניות מצביע על סיכון גבוה מאוד למוות למי שנפגע בתאונה במעבר מרומזר, לעומת סיכון הרבה יותר נמוך למי שנפגע בתאונה בעת חציית מעבר שאינו מרומזר. גם כאן גורמי השאננות וההפתעה מפחיתים את יכולת שני הצדדים לאירוע לחזות אותו ולבצע פעולות התחמקות ומניעה. הסיכון המופחת לתאונה קטלנית במעברי חצייה לא מרומזרים קשור גם למספרם הרב ברחובות משניים בהם מתנהלת התנועה במהירויות נמוכות יחסית למקומות בהם מתקיימים מעברי חצייה מרומזר. חומרת תאונה בחציית כביש שלא במעבר נשאת גבוהה הן בקרבת צומת והן בקטעי דרך, בהם כלי הרכב נוסעים יותר מהר מאשר על יד הצומת.

3.2.3 פגיעת רכבת :

המפגש בין הולכי רגל ורכבות בישראל מהווה מקור למספר קטן יחסית של נפגעים אך ברמת חומרה מאוד גבוהה. בין מאי 2002 ומאי 2006 (הלמ"ס 2007), התרחשו 89 תאונות רכבת עם נפגעים מהן 42 (47%) גרמו לפגיעה בהולך רגל ומתוכן 33 היו קטלניות (78%). כלומר פגיעת רכבת בהולך רגל היא הוא אירוע נדיר אך כמעט תמיד קטלני.



3.2.4 שיעור התאונות הקטלניות במעברי חצייה :

לפי נתוני הרשות הלאומית, בשנים 1995 - 2003 התרחשו ברחבי הארץ 2463 תאונות הולכי רגל במעברי חצייה מרומזרים ומהן 99 היו קטלניות. באותן שנים התרחשו 8468 תאונות הולכי רגל במעברי חצייה לא מרומזרים מהן 173 קטלניות. שיעור הקטלניות (אחוז תאונות קטלניות מתוך כלל התאונות עם נפגעים) במעברי החצייה הוא איפה :

$$\text{מעבר חצייה מרומזר} : 4.02\% = 2463 \setminus 99$$

$$\text{מעבר חצייה לא מרומזר} : 2.04\% = 8468 \setminus 173$$

משמעות הדבר היא שלנפגע בתאונה במעבר חצייה מרומזר סיכוי כפול למות מאשר לנפגע במעבר חצייה שאין בו רמזור. מאותם נתונים נמצא שפגיעה בהולכי רגל מחוץ למעבר החצייה חמורה גם היא: על יד צומת התרחשו 3570 תאונות הולכי רגל מחוץ למעבר החצייה מהן 174 קטלניות, לעומת 7733 תאונות הולכי רגל מחוץ למעבר חצייה בקטעי דרך עם 385 תאונות קטלניות. שיעור הקטלניות בחצייה מחוץ למעבר הוא איפה :

$$\text{על יד צומת} : 4.87\% = 3570 \setminus 174$$

$$\text{בקטע דרך} : 4.98\% = 7733 \setminus 385$$

קטלניות תאונות הולכי רגל מחוץ למעבר קרובה ל - 5% בשני המצבים וגבוהה מזו של תאונות המתרחשות בתוך המעבר.

המסקנות הן שרצוי לחצות במעבר חצייה ולא מחוצה לו, הן בקרבת צומת והן בקטעי דרך אך שהרמזור איננו אמצעי מיגון חד משמעי להולך הרגל, כנראה בהיותו גורם מעודד שאננות, לעומת המעבר שאיננו מרומזר והמחייב בדיקה יותר יסודית של מצב התנועה לפני החצייה.

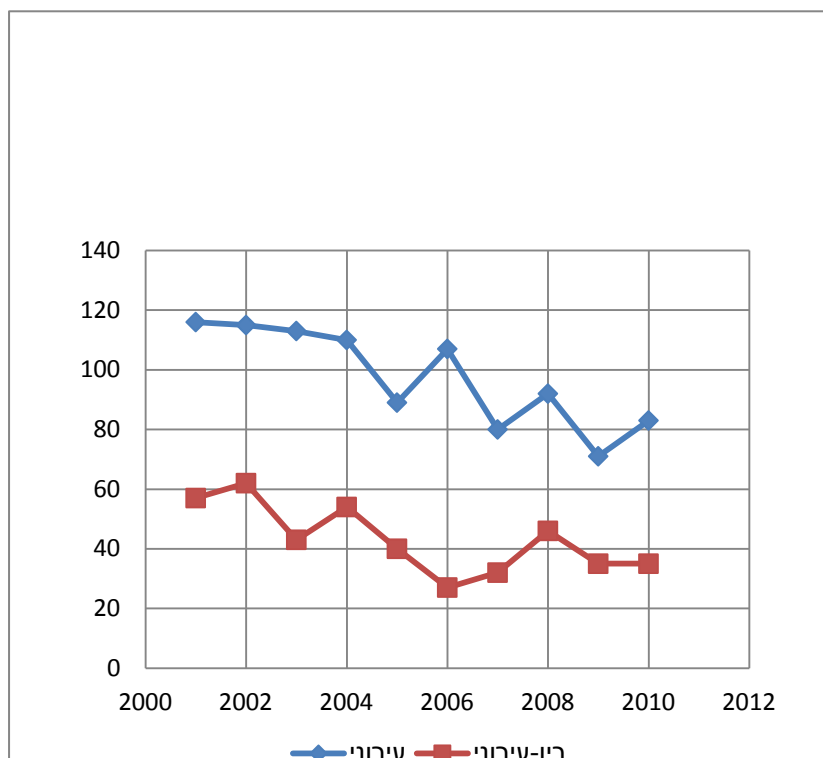
3.2.5 היפגעות הולך הרגל בעיר ומחוץ לעיר :

רוב הולכי הרגל נפגעים בדרכים עירוניות: ב - 2005 למשל, נפגעו 2873 הולכי רגל בדרכים עירוניות לעומת רק 166 הולכים בדרכים בין-עירוניות. לעומת זאת, מתוך 134 הרוגים, 41 הולכי רגל נפגעו בכבישים בין עירוניים, כלומר שהם מהווים 30% מההולכי הרגל שנהרגו באותה שנה. הטבלה הבאה מפרטת את הממצאים הללו והאיור מציג את המגמה הרב-שנתית שלהם :

סוג נפגע	פצוע קל	פצוע קשה	הרוג	סך הכל
סוג דרך				
עירונית	2128	652	93	2875
בין-עירונית	71	54	41	166
סך הכל	2199	706	134	3039

טבלה 13. היפגעות הולך הרגל לפי חומרה וסוג דרך ב - 2005 (מקור: הלמ"ס)





איור 7. מספר הרוגים לפי שנה וסוג דרך בקרב הולכי הרגל
(מקור: הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים, יוני 2011)

בתחום העירוני ניתן לזהות בעשור האחרון מגמה לירידה בפגיעה הקטלנית בהולך הרגל, לעומת יציבות לאחר 2005 במספר הקורבנות בהליכה לאורך ועל כביש בין-עירוני.

כדי להבין טוב יותר כיצד מתחוללות תאונות הולכי רגל, Prato, Gitelman, Bekhor (2012) מנתחים מדגם של 603 תיקי תאונות הולך רגל קטלניות בישראל שהתרחשו בשנים 2003 – 2006, בגישת "רשתות נוירוניות" של Kohonen לניתוח מקבצי (cluster analysis). בשיטה זו מובלטים מאפיינים משותפים של תאונות מתוך מספר רב של משתנים, ונמצאו חמישה מקבצים עיקריים: תאונות מבוגרים מעל לגיל 65 במעברי חצייה בקטעי דרך באזור תל אביב, תאונות הולכי רגל עם רכב דו-גלגלי מחוץ למעברי חצייה בשטח עירוני, תאונות בחשיכה בדרך בין-עירונית שלא במעברי חצייה, תאונות צעירים עד גיל 35 בחשיכה שלא במעברי חצייה ותאונות ילדים עד גיל 14 בדרך עירונית או בעיירות קטנות.



3.26. סיכום הממצאים :

בהתייחסות למדד החומרה של תאונות הולכי רגל, הנתונים מעלים את הנקודות הבאות :

1. תאונות הליכה מציגות חומרה דומה של כ - 25% בכל כיוון.
2. חומרת תאונה בעמידה (על הכביש כמו על המדרכה) : 22%.
3. בתאונות על אי הפרדה מרכזי, החומרה 27%.
4. החומרה נמוכה יותר במעבר חצייה מאשר מחוץ למעבר :
 - א. בדרך עירונית: החומרה במעבר 18% ומחוץ למעבר היא 36%.
 - ב. בדרך בין - עירונית: החומרה במעבר 55% ומחוץ למעבר 73%.
5. החומרה נמוכה יותר במעברי חצייה בלי רמזור (17.1%) מאשר במעברי חצייה עם רמזור (22.7%).
6. חומרת תאונות מחוץ למעבר, דומה על יד צומת או בקטע דרך : כ - 36% בעיר וכ - 73% בתחום הבין - עירוני. החומרה העירונית הכללית היא 23.8% לעומת חומרה בין - עירונית של 60.8%.
7. בעיר יש בממוצע 136 תאונות הולך רגל קטלניות בשנה לעומת 49 תאונות קטלניות בשנה בדרכים בין - עירוניות.
8. למעלה מ - 90% מתאונות הולכי רגל מתרחשות בעיר, אך כ - 30% מהתאונות הקטלניות מתרחשות בדרכים בין-עירוניות. גם בארצות אחרות נצפת תופעה מדאיגה זו של היפגעות הולכי רגל הנעים בשולי דרכים בין עירוניות, כמו בצרפת (Fontaine, Gourlet 1997) בה נמצא מניתוח 1289 תאונות קטלניות, שב - 34% מהן ההולך היה שתוי ונפגע בשעות החשיכה. 75% מההרוגים בתאונות אלו הלכו עם הגב לכיוון התנועה. יש לציין אמנם שבחלקן, מדובר בפגיעה באנשים שנפגעו לאחר שעצרו בשולי הדרך בעת נסיעה ברכב וירדו ממנו בחוסר זהירות. אלו אינם הולכי רגל במובן המקובל כמו שרוכב אופנוע איננו הופך להולך רגל, גם כשהוא עוצר ברמזור ומניח רגל אחת על הכביש. ברור אם כן שדרכי הטיפול בהם, הן בתשתית, הן בהסברה והן באכיפה, שונות מהנדרש לבצע למען ההולכים בכביש.
9. בשנים האחרונות מגמת ההיפגעות נוטה לרדת, בעיקר בתחום העירוני, ומספר הולכי הרגל שנהרגו ב-2005 היה קטן משמעותית ממספר זה בשנים הקודמות. בתחום הבין-עירוני, אותה מגמה נצפת במספר כלל הנפגעים והנפגעים קשה אך לא במספר ההרוגים, הנע בעשור האחרון בין 40 ל-60 בשנה.
10. ההולכים המבוגרים, בעיקר מעל לגיל 65, נפגעים יחסית הרבה יותר מהולכי הרגל הצעירים. בשנת 2005 לדוגמה, נהרגו 7 הולכי רגל לכל 100,000 תושבים בגיל זה, לעומת בממוצע, הולך רגל אחד בקבוצות הגיל הצעירות יותר : בני 65 ומעלה נפגעים פי שלושה יותר ונהרגים פי שבעה יותר מבני 45 ומטה יחסית לקבוצת הגיל שלהם. יש אם כן מקום לדרוש טיפול הדרכתי והשקעה באמצעי מיגון המיועדים לאוכלוסייה פגיעה זו שאיננה יכולה לוותר על זכותה להשתמש ברחוב.
11. כל שנה בממוצע, 8 הולכי רגל נהרגים מפגיעה מרכבת.



4. הציות לחוקי ההליכה והחצייה:

כל המשתמשים בדרך הם גם הולכי רגל, ברגע זה או אחר. ביחס לנהיגה כללי ההליכה הם מועטים, אך רמת הציות להם נמוכה למדי. מחקרים קודמים הצביעו על ערכים בשיעור של 25% עבירות מכלל פעולות חציית רחוב, ומחקר שנעשה לאחרונה דיווח על 35% עברייני חצייה במעבר מרומזר. באוסטרליה נמצא שנרשמה עבירת חצייה ב-32 עד 44 אחוזים מכלל תאונות הולכי רגל בצמתים מרומזרים וב-45% מתאונות הולך רגל במעברים מרומזרים בקטעי דרך.

מקובל לטעון שאי הציות לחוקי התנועה מהווה מקור מרכזי להתחוללות תאונות הולך רגל, אולם משערים שהולכי רגל יודעים מהן דרישות החוק, וכי לא חוסר ידע הוא ההסבר להתנהגותם, אלא שנטייתם היא לחצות היכן שנוח להם בצורה שתצמצם את זמני ההמתנה. מאידך, אכיפת החוק לגבי הולכי רגל מועטה בדרך כלל, וגם נתפסת בציבור כמיותרת. גם לאמצעים הנדסיים כגון מעברים עיליים או תת-קרקעיים יש השפעה מוגבלת על ההתנהגות העבריינית.

במחקר שבוצע באוסטרליה (King 2009), המטרה הייתה להגיע להערכה כמותית של רמת הסיכון בחציית רחוב במספר אתרים, להשוות בין האתרים ולנסות להגיע למסקנות בעלות ערך כללי. מסיבות מעשיות צומצם המחקר לבדיקת סיכון יחסי בחציית צמתים מרומזרים במרכז העיר בריזבן (שבה 2 מיליון תושבים) במדינת קווינסלנד, בימי עבודה בלבד ללא נתוני סוף שבוע ובשעות האור בלבד. מחצית תאונות הולכי רגל במדינה הן תאונות במרכזי הערים וכמחציתן מתרחשות בצמתים.

הרמזור מציג להולך הרגל שלושה מצבים: "איש קטן" באור ירוק המסמן אפשרות לחצייה, "איש קטן" באור אדום מהבהב המאפשר סיום חצייה אך האוסר התחלת חצייה חדשה ו"איש קטן" באור אדום קבוע שמשמעותו כי אסור להתחיל חצייה ויש לסיים בזריזות חצייה בשלבי ביצוע. הולך רגל חייב לחצות בתוך מעבר חצייה, אם יש בטווח של 20 מ' ממנו מעבר כזה. כל תאונה עם נפגעים מדווחת למשטרה. הממצאים מצביעים על כך שרוב הולכי הרגל בשעות ובאתרי התצפית, מציינים לחוק ומחכים להופעת האור הירוק כדי להתחיל בחצייה. העבירה השכיחה ביותר היא חצייה מחוץ למעבר בתחום ה-20 מ', ועבירה פחות שכיחה היא החצייה באור אדום קבוע.

להלן שיעורי החצייה בכל קטגוריה:

סוג חצייה	חצייה כחוק	אור אדום מהבהב	אור אדום קבוע	חצייה מחוץ לתחום 20 מ'
שיעור חוצים (N = 62,224)	79%	7.3%	5.5%	8.2%

טבלה 14. שיעורי חצייה



על סמך נתונים אלה ועל סמך התצפיות חושבו המדדים הבאים :

סוג חצייה	חצייה כחוק	חצייה באור אדום	חצייה מחוץ למעב
מספר תאונות שנתי	7.00	3.91	5.82
מספר פעולות חצייה שנתי משוער	9.57 מיליון	0.66 מיליון	1.02 מיליון
יחס תאונות \ חצייה	0.73 למיליון	5.92 למיליון	5.71 למיליון
יחס סיכון לעומת חצייה כחוק	1.0	8.1	7.8

טבלה 15. מדדי סיכון יחסי בחציית צומת מרומזר

הממצאים מראים שב - 20% מהמקרים שנצפו, הולך הרגל ביצע עבירה בעת חציית הרחוב. לזאת יש להוסיף שלפי תיקי התאונות, ב - 58% מהמקרים בוצעה עבירת חצייה על ידי ההולך. הממצאים גבוהים יותר מממצאי מחקר קודמים, אך אפשר שבמקרים אלו תאונות מחוץ למעבר נרשמו כתאונות קטע ולא כתאונות צומת, שלא כמו במחקר הנוכחי. נמצא שהסיכון היחסי לחוצה בחצייה עבריינית גדול פי 8 מהסיכון לתאונה בעת חצייה במעבר מרומזר באור ירוק.

עם זאת, יש לציין שהסיכון בכל מקרה די נמוך - הממצאים מראים תאונות הולך רגל לכל 173 אלף פעולות חצייה בלתי חוקית. זהו סיכון משמעותי רק להולך רגל המבצע מספר עבירות יומי גבוה; אם הוא מבצע למשל 4 עבירות חצייה ביום, הוא יהיה מעורב בתאונה בממוצע פעם ב-43 אלף יום, כלומר כ-120 שנים... אמנם הממצאים לא מפרידים בין האור המהבהב והקבוע, אך סביר להניח שמעבר באור אדום קבוע, כאשר ניתן אור ירוק לכלי הרכב, מהווה סיכון משמעותי הרבה יותר.



5. היפגעות הולך הרגל בהולנד ובישראל:

הולנד היא ארץ קטנה, עם ממדים דומים לישראל, אך עם רמת היפגעות מאוד נמוכה של הולכי הרגל. לעומת זאת, רבים הנפגעים בהולנד הם רוכבי אופניים. במשך התקופה המוצגת בטבלה הבאה, הקטל בדרכים בהולנד הצטמצם בלמעלה מ- 30%. השיפור מתבטא בירידה ב - 37% במספר הנפגעים בקרב הולכי הרגל ובנוסעים ברכב. בקרב רוכבי האופניים, עם זאת, השיפור קטן מ - 10% וחלקם היחסי של ההרוגים בקבוצות השונות לא השתנה.

סוג נפגע שנה	הולך רגל	רוכב אופניים	רוכב אופנוע	נפגעים ברכב קל	נפגעים ברכב כבד	סה"כ
2000	106	198	196	513	69	1,082
2002	97	169	191	479	51	987
2004	68	157	151	396	32	804
2006	66	179	123	344	18	730

טבלה 16. מספר ההרוגים בתאונות דרכים בהולנד, לפי סוג (OECD 2007)

הנתונים מצביעים על תופעה מדאיגה: שיעור הולכי הרגל בקרב ההרוגים קטן בהרבה בהולנד מאשר בישראל, אך בהולנד, הולכי הרגל ורוכבי האופניים ביחד, מייצגים 28% מההרוגים בשנת 2000 ו-33.5% מההרוגים בשנת 2006. לכאורה נשאבים קורבנות הרכיבה בהולנד ממאגר ההולכים ולא מתוך האוכלוסייה הנוסעת במכונית המייצגת 50% מהקורבנות, כך שבשתי במדינות בסך הכל, שליש מקורבנות התאונות הם אלו הנעים בכוחות רגליהם. הממצאים מעלים סימן שאלה לגבי המשמעות הבטיחותית של עידוד הרכיבה על אופניים האמורה להפנות נהגים לאמצעי תחבורה יותר אקולוגי.

סוג נפגע שנה	הולך רגל	רוכב אופניים	רוכב אופנוע	נהגים	נוסעים	סה"כ
2002	176	32	41	146	129	525
	33.50%	6.10%	7.80%	27.80%	24.60%	100%
2005	134	21	40	138	115	448
	29.9%	4.7%	8.9%	30.8%	25.7%	100%

טבלה 17. מספר הרוגים בתאונות דרכים בישראל וחלקם היחסי בשתי תקופות.

מקור: הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים (2006)



אלו רמות הקטלניות של תאונות ילדים ובני נוער לשנים 1999 – 2002, לפי המכון לבטיחות בדרכים בהולנד (2006 SWOV):

גיל	0 - 4	5 - 9	10 - 14
סוג משתמש			
הולך רגל	0.4	0.5	0.47
רוכב אופניים	0.1	0.7	1.9
נוסע ברכב	0.64	0.4	0.25
אחר	0.05	0.1	0.2

טבלה 18. מספר הרוגים ל - 100,000 תושבים בכל קבוצת גיל בניגוד לרוכבי אופניים אשר סיכונם גדל עם הגיל, ובניגוד לילדים הנוסעים ברכב ואשר רמת הסיכון שלהם למוות יורד עם הגיל, הסיכון היחסי של הולך הרגל הצעיר בהולנד יציב למדי עד גיל 14. השוואת רמות הסיכון של משתמשים באמצעי תחבורה שונים בהולנד בשנים 1994-1996, לעומת ההליכה ברחוב, מוצגת על ידי Hummel (1999) בטבלה הבאה:

אמצעי תחבורה	מספר הרוגים למיליארד ק"מ	מספר מאושפזים למיליארד ק"מ
מכונית	4	39
אוטובוס ומשאית	1	6
אופנוע	59	815
קלנוע	87	2537
אופניים	20	545
הולך רגל	22	291
ממוצע כללי	6	90

טבלה 19. קטלניות יחסית של אמצעי תחבורה שונים בהולנד



בהולנד עם זאת, נמצא ששיעור ההרוגים של הולכי הרגל מתוך סך כל ההולכים שנפגעו בתאונות עירוניות עם הגבלת מהירות ל – 50 ול – 80 קמ"ש (מדד הקטלניות), גבוה פי שלושה משיעור זה של רוכבי הקלנועים (המחוייבים בחבישת קסדה!). להלן הממצאים (בשנת 2006):

סוג נפגע	מספר הרוגים	שיעור מכלל הרוגים	קטלניות (אחוז הרוגים מתוך כלל הנפגעים בקטגוריה)
הולך רגל	46	6.3%	12.7%
רוכב אופניים	116	15.9%	9.0%
רוכב קלנוע	32	4.4%	4.2%
סך הכל	194	27%	8.0%

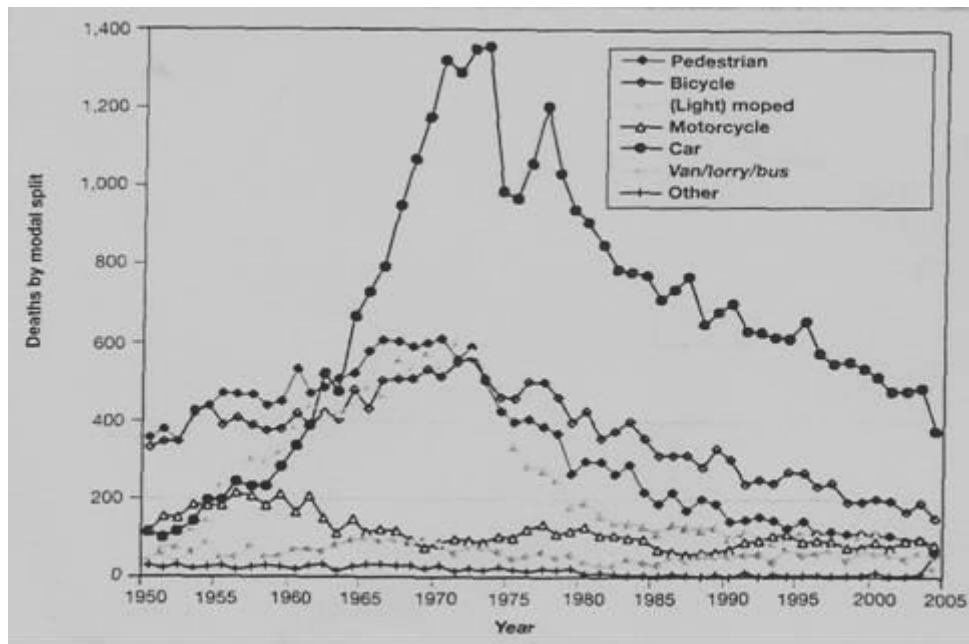
טבלה 20. מספר ההרוגים בתאונות עירוניות, שיעורם מתוך כלל ההרוגים בתאונות ורמת הקטלניות בקרב הנפגעים בהולנד ב – 2006 בדרכים עירוניות עם הגבלת מהירות (SWOV 2008)

בסיכום, הנתונים של הולנד מצביעים על סיכון גבוה מאוד לפגיעה קטלנית של ההולך לעומת הנוסע ברכב אם כי הרכב המנועי הדו-גלגלי מסוכן עוד יותר. הקטלניות של ההולך דומה לזו של רוכב האופניים, אך שיעור ההרוגים בין הנפגעים בתאונה גבוה יותר אצל הולך הרגל (הסיכוי למוות גדול יותר לנפגע בתאונת הליכה מאשר בתאונת רכיבה או נסיעה), לא מפני שרכיבה פחות מסוכנת, אלא כנראה בגלל המבנה הדמוגרפי של ההולכים, שביניהם, בניגוד לרוכבים, יש הרבה יותר ילדים קטנים וקשישים. בהשוואה לקטל הממוצע של 2004 - 5, מספר הולכי הרגל שנהרגו ב 2006 - ירד ב – 13% כאשר מספר ההרוגים הרוכבים על אופניים גדל במקביל ב – 16% (SWOV 2008). המעבר מהליכה לרכיבה על אופניים איננו רצוי אם כן, מבחינה בטיחותית, מה גם שהשיפור בהיפגעות ילדים בהולנד בעשור האחרון מיוחס לדעת המומחים, בעיקר לנטייה הולכת וגדלה של הורים להסיע את ילדיהם ברכב על חשבון הרכיבה.

5.1 מגמות ההיפגעות בהולנד בהשוואה לישראל:

בישראל חל בשנים האחרונות שינוי צנוע במספר ההרוגים בתאונות הדרכים, וכנראה שמקורו בגורמים אקראיים ולא מתוך מגמה ברורה. לגבי הולך הרגל כמו גם לגבי רוכב על רכב דו-גלגלי, השינוי שלילי וחלקם המוחלט והיחסי בפילוג הנפגעים גדול יותר בתקופה האחרונה מאשר בתקופה הקודמת. זהו ממצא משמעותי מאוד בנתוני ההיפגעות בתאונות דרכים: עיקר השיפור בתחלואה התחבורתית הנצפה בארץ בשנים האחרונות, מתמקד בעיקר בנהג ובנוסע ברכב, כתוצאה של שיפור המיגון ברכב המודרני ושל ההשקעה בתשתית. באירופה השיפור הוא מקביל לכל קבוצות המשתמשים בדרך, כדוגמת הולנד אשר נתונה מובאים באיור הבא, המתייחס למגמות הקטל בדרכים בהולנד מאז 1950. הקו העליון מייצג את ההרוגים ברכב, לעומת הקו השני המייצג את הולכי הרגל והקו השלישי המייצג את רוכבי האופניים.





איור 8. מגמות הקטל בדרכים בהולנד (מקור: SWOV 2005)

מאז שנות ה-70, ירד מספר ההרוגים בקרב הנוסעים ברכב וכן גם בקרב הולכי הרגל ורוכבי האופניים בשיעור מרשים: לעומת כ-600 הולכי רגל הרוגים כל שנה בשנות 1970 – 1973, מספר זה ירד מתחת לקו ה-100 בשנת 2005. כלומר שיפור בטיחות כלי הרכב (חגורות בטיחות, מערכות בלימה, כריות אוויר וכו') והשיפור בתשתית תרמו להפחתת הקטל בכל הקטגוריות, בשעה שבישראל, אין מגמה ברורה לשינוי במספרי הולכי הרגל שנפגעו בתאונות דרכים בעשור האחרון. ההסבר לשינוי במגמות בין שתי הארצות אינו טמון רק בפער בהשקעה הציבורית למען אוכלוסיית ההולכים, למרות חשיבותו המרכזית של גורם זה, אלא גם כתוצאה של תמורות דמוגרפיות (שיעור ילדים או קשישים) וכן גם הבדלים בדפוסי התנהגות של אותן אוכלוסיות, כאשר בחברה ברמת חיים יותר גבוהה, פחות ילדים או קשישים נמצאים ברחוב בתור הולכי רגל ויותר מהם נוסעים (מוגנים יחסית) ברכב.

6. סיכון יחסי באמצעי תחבורה שונים באירופה:

מהו הסיכון בהליכה ברחוב, לעומת הסיכון בשימושי הדרך האחרים? האם הולך הרגל נמצא בסיכון חריג ביחס לנהג ולנוסע באמצעי התחבורה השונים? מספר הנפגעים המוחלט לא מספק תשובה לשאלות אלו ולפיכך יש לקבוע מדד השוואתי כמו מדד קטלניות יחסי ליחידת חשיפה. להלן השוואת מספר אמצעי תחבורה באיחוד האירופאי במונחים של הרוגים ליחידת מרחק או זמן נסיעה והליכה לפי ETSC (1999):

אמצעי תחבורה	הרוג ל - 10^8 ק"מ נסיעה	הרוג ל - 10^8 שעות נסיעה
סה"כ	1.1	3.3
אוטובוס בינעירוני	0.08	2.0
רכב פרטי	0.8	30.0
הליכה ברגל	7.5	30.0
אופניים	6.3	90.0
אופנוע	16.0	500.0
רכבת	0.04	2.0
מעבורת	0.33	10.5
מטוס נוסעים	0.08	36.5

טבלה 21. מדדי סיכון של אמצעי תחבורה שונים באיחוד האירופאי (1999)

טבלה זו ממחישה כיצד שימוש לא מבוקר במדד סיכון מסויים יכול לעוות את התמונה המוצגת לציבור. למדד הקילומטרי יש יתרונות של אמינות ופשטות אך ספק אם יש לו משמעות רבה בהשוואות בין כלי רכב מנועי ובין הולך רגל ורוכב אופניים. גם ההשוואה בין המכונית והמטוס מוטה כמוסבר לעיל בגלל השוני במקורות הסיכון לאמצעי תחבורה אלו ובגלל רמת הביצועים. לעומת זאת השוואת הסיכון לק"מ נשאר רלוונטית בין המכונית הפרטית, האוטובוס, האופנוע והרכבת שלהם תחומי מהירות דומים. הרכבת והאוטובוס הבין-עירוני (coach) מציגים רמת סיכון הרבה יותר נמוכה מזו של הרכב הפרטי והאופנוע בשעה **שהסיכון בהליכה דומה לסיכון ברכיבה על אופניים**. ביחס למדד הזמן, האוטובוס והרכבת נשארים שני אמצעי התחבורה הבטוחים ביותר אך **הסיכון של הולך הרגל שווה לסיכון הנוסע ברכב**, כאשר רוכב האופניים מסתכן פי 3 יותר מאשר ההולך, והטיסה מסוכנת יותר מאשר הנסיעה ברכב הפרטי ואפילו יותר מאשר ההליכה ברגל. רק האופנוע מפגין קיצוניות בשני המדדים: זהו כלי הרכב המסוכן ביותר מכל אמצעי תחבורה אחר, כמעט פי 20 יותר מאשר המכונית הפרטית. ממצאים דומים פורסמו בבריטניה (DfT 2002) עם שיעור הקטלניות (מספר הרוגים למיליארד קילומטר נסיעה) כדלקמן, בממוצע לשנים 1992 – 2001:



נוסע במטוס	נוסע ברכבת	נוסע באוטובוס	נהג ונוסע פרטי	נהג ונוסע ברכב מסחרי	רוכב אופנוע	רוכב אופניים	הולך רגל
0.01	0.4	0.4	3.0	1.2	109	41	57

טבלה 22. שיעורי קטלניות לסוגי משתמשים בדרך השונים בבריטניה

הסיכון לקילומטר של הולך הרגל גדול פי 20 כמעט מהסיכון של הנוסע ברכב פרטי וגדול אפילו מהסיכון המקביל של רוכב האופניים.

מידע נוסף על הסיכון היחסי של ההליכה מול שימוש באמצעי תחבורה חלופיים, מוצג על ידי חוקרים שוודיים בטבלה המסכמת את נתוני הקטל בכבישים בארצם בשנים 2000 – 2004:

סוג משתמש	מספר הרוגים ושיעור מסה"כ	מספר הרוגים למיליארד ק"מ
נהגים	1265 (49%)	4
נוסעים	510 (19.7%)	3
רוכבי אופניים	194 (7.5%)	13
רוכבי אופנוע	217 (8.4%)	76
רוכבי קלנוע	58 (2.2%)	39
הולכי רגל	340 (13.1%)	23

טבלה 23. הקטל באמצעי תחבורה שונים בשוודיה לפי Bjorketun, Nilsson (2007)

הממצאים מצביעים על רמת הסיכון הגבוהה של הולך הרגל לעומת הנהג והנוסע ברכב למרות הבעייתיות בהשוואת אמצעים אלו בעזרת המדד הקילומטרי, שמתאים יותר לכלי הרכב המנועיים ולא להולך הרגל. משתמש זה נמצא בסיכון בכביש גם כשהוא עומד, למשל על אי תנועה, כך שספירת הקילומטרים שהוא עובר בדרכו, לא מודדת את הסיכון המאיים עליו בצורה מדוייקת. עם זאת, הנתונים בשוודיה מציגים נתון ראוי לציון, לפיו הסיכון הקילומטרי של הולך הרגל גדול פי שניים מסיכוננו של רוכב האופניים. יש לזכור בהקשר זה שבשוודיה חובה לחבוש קסדה ברכיבה על אופניים (בניגוד להולנד). עם זאת, הסיכון לשעת רכיבה גבוה יותר מהסיכון המקביל בהליכה, מה גם שההולך נמצא ברוב הזמן באזור בטוח יחסית – המדרכה, ורק במשך זמן קצר הוא נחשף לסיכון גבוה, בעת החצייה, בניגוד לרוכב המסתכן לאורך כל זמן הרכיבה.



ממצאים אלו מעלים את השאלה אם אכן נכון ורצוי לעודד רכיבה על אופניים, כאמצעי חלופי לנסיעה ברכב, לפחות בשטח עירוני, לאור החשש שחלק ניכר מהרכיבות יבאו כתחליף להליכה ולא לנהיגה, וכאשר החיסכון המצופה במספר המתים ממחלות ריאות כתוצאה מזיהום אוויר, כאשר רוכבים יותר ונוסעים פחות, עלול להתמסמס על ידי עלייה מקבילה בהרוגים בקרב הרוכבים.

שאלת הסיכון היחסי הגבוה של ההולך ושל הרוכב מוצגת במחקרו של (Elvik 2009) המתייחס לשיפור מצב זה כתוצאה של גידול במספרם ביחס למספר כלי הרכב.

ההתייחסות המוגברת לנושאי אקולוגיה, התחממות גלובלית והגנת הסביבה מעוררת דיון באפשרות לפתח תחבורה בת קיימא הממזערת פגיעה בסביבה. קיימות, ללא ספק, שתי צורות עיקריות של אמצעי תחבורה ידידותיים לסביבה - רכיבה על אופניים והליכה, אמצעים שאינם מזהמים ושצורכים פחות מרחב מאשר התנועה המנועית. נוסף לכך, יש להן יתרונות בריאותיים. עידוד הליכה ורכיבה מהווה, אם כן, יעד הגיוני במאמץ לפיתוח תחבורה בת קיימא, אם הן באות כתחליף לשימוש ברכב מנועי ולא רק כתוספת. עם זאת, פיתוח תחבורה אקולוגית מעלה שאלה בטיחותית חמורה: יש לשני אמצעי התחבורה הללו שיעורי היפגעות בתאונה גבוהים הרבה יותר מאשר שיעורי ההיפגעות בנסיעה במכונית.

מחקרים קודמים מצביעים על אי-ליניאריות של הסיכון האישי לתאונה של הולכי רגל ושל רוכבי אופניים כתוצאה של גידול מספרם בתנועה ביחס למספר כלי הרכב המנועיים, ואילו סיכונם האישי יורד למרות מספר רב יותר של משתמשים. לתופעה זו קוראים "בטיחות מספרית".

1. רמת הסיכון האישי של ההולך והרוכב יורדת כאשר יש הולכים ורוכבים רבים יחסית.
2. הסיכון לפגיעה בהולך וברוכב על ידי כלי רכב כלשהו יורד כאשר מספר כלי הרכב גדל.
3. הסיכון האישי של כל רוכב והולך רגל להיפגע גדל כאשר מספר כלי הרכב עולה.

מסקנות:

1) במערכת התחבורה הקיימת, הולכי רגל ורוכבי אופניים נמצאים בסיכון גבוה בהשוואה לסיכון של הנוסע ברכב ושל הנהג.

2) ממצאים מצביעים על התפתחות לא ליניארית של הסיכון כאשר מספר הנפגעים בקרב משתמשי דרך אלו, העולה ככל שמספר המשתמשים עולה ביחס למספר כלי הרכב, מתקזז הודות לתהליך "הבטיחות המספרית", שלפיו הסיכון האישי של ההולך ושל הרוכב יורד כאשר מספר הרוכבים וההולכים גדל.

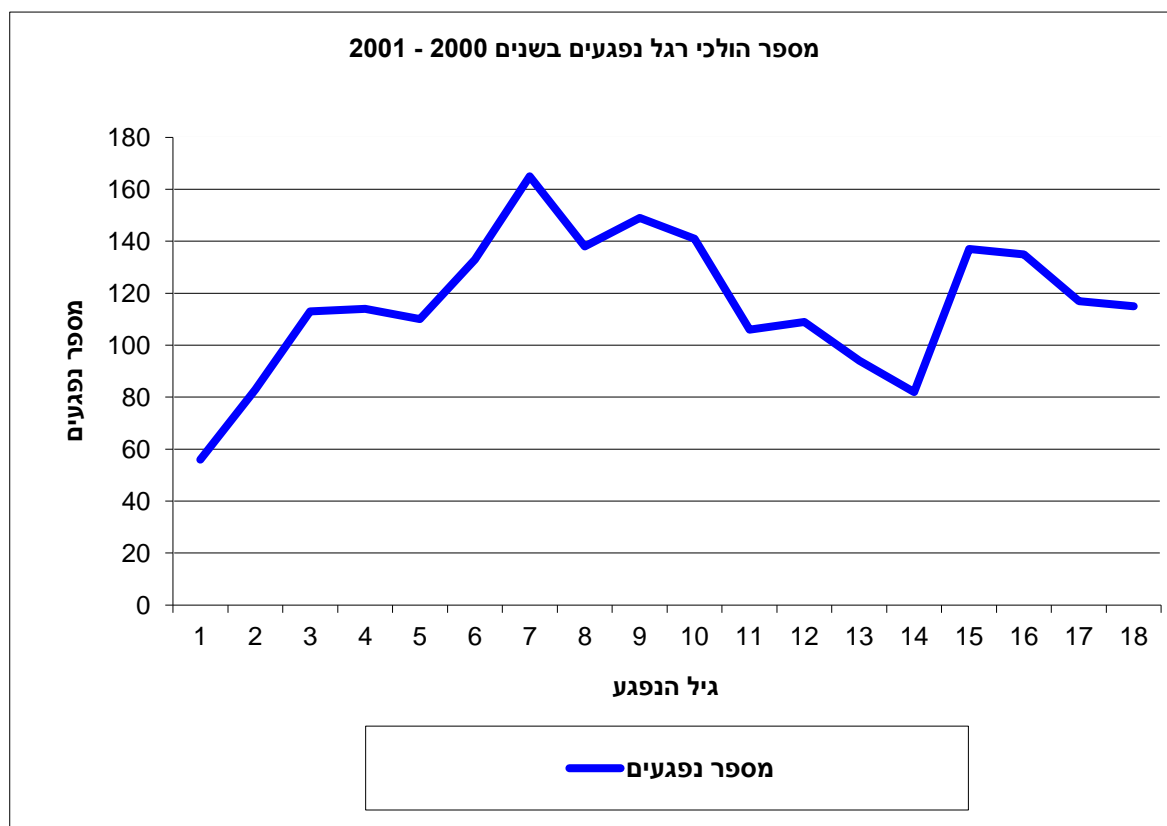
3) נבחן מודל לבדיקת יתרונות המעבר מנהיגה לרכיבה ולהליכה. באופן תיאורטי נראה שמספר התאונות הכולל נוטה לרדת, אם חלק משמעותי מתנועת כלי הרכב יועבר להליכה ולרכיבה.

4) השפעת תהליך המעבר על התאונות תלוי ברמת אי הליניאריות של הסיכון. ככל שהתהליך שטוח יותר, כלומר מתקרב לליניאריות, הגידול בהליכה וברכיבה יגרום לתאונות רבות יותר.

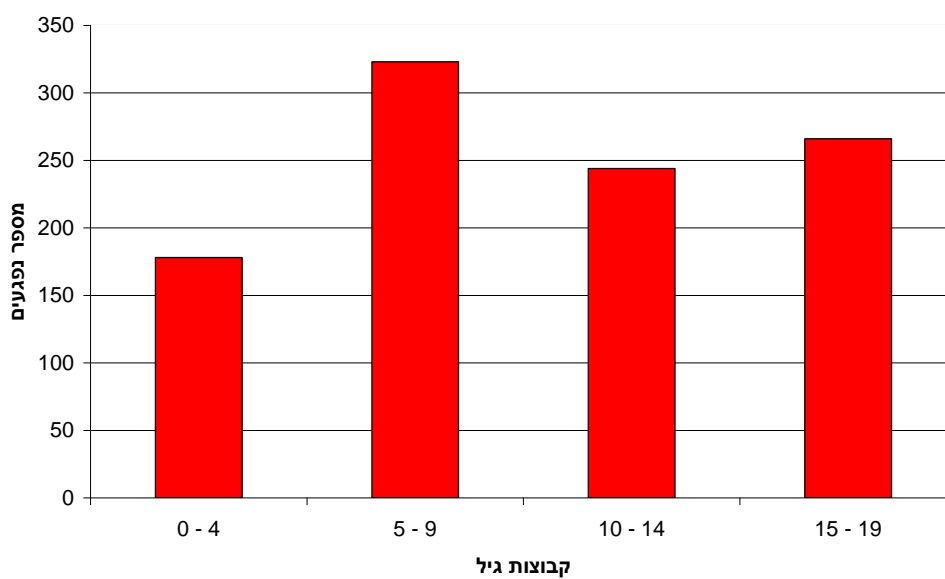


7. היפגעות ילדים הולכי רגל:

7.1 פילוג נפגעי תאונות בעת הליכה וחציית רחוב בקרב הילדים לפי גיל מוצג בציור הבא:



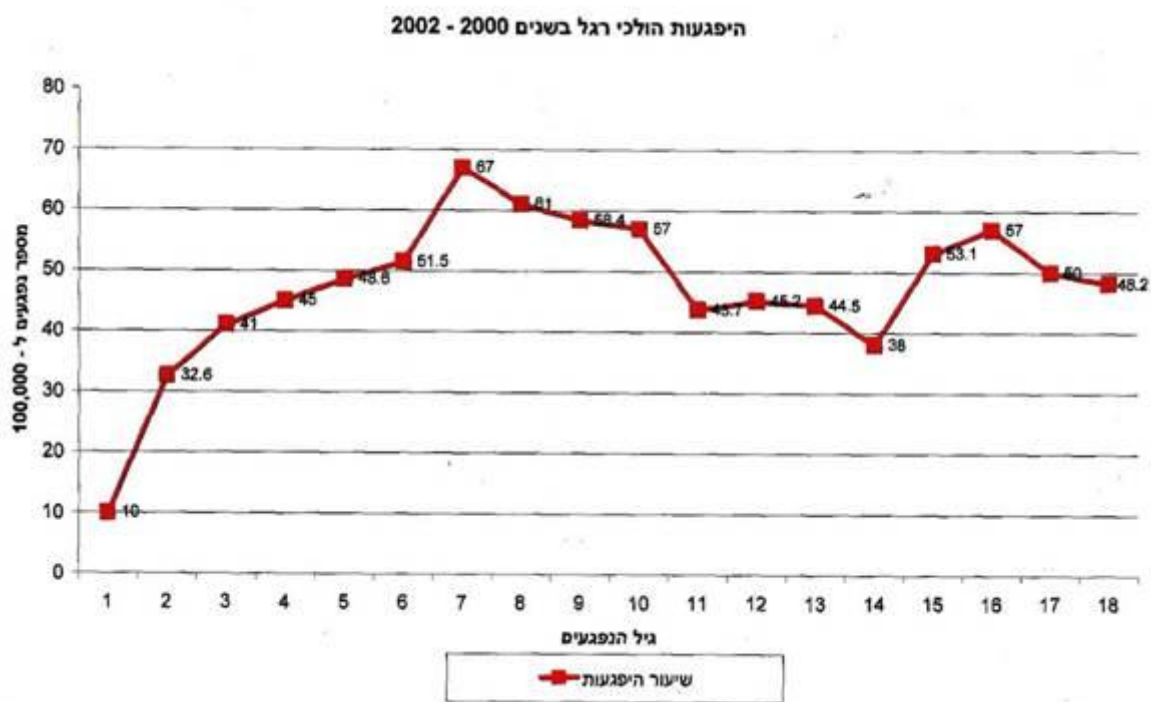
איור 9. מספר ילדים הולכי רגל שנפגעו בתאונה לפי גיל בישראל.



איור 10. מספר ילדים ובני נוער הולכי רגל שנפגעו בתאונה ב - 2001, לפי גיל.



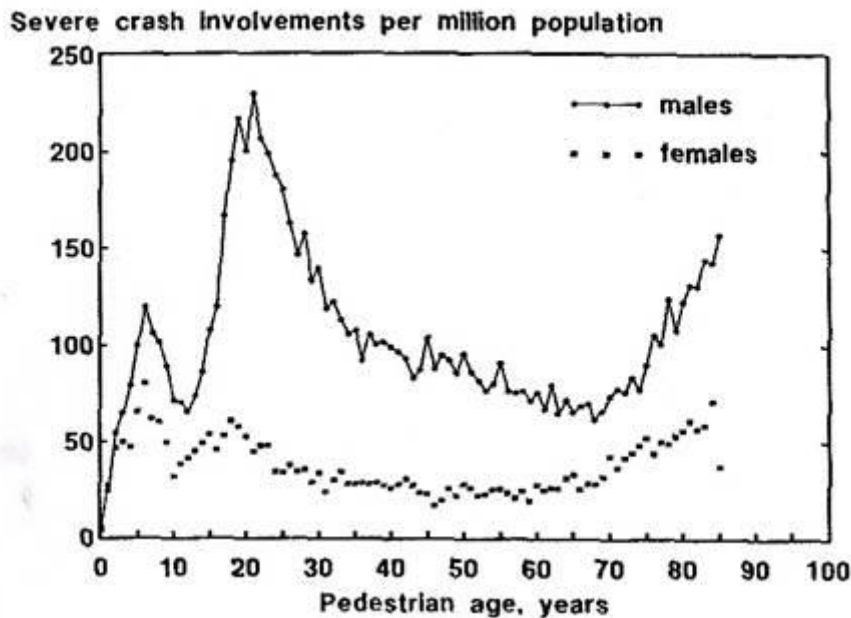
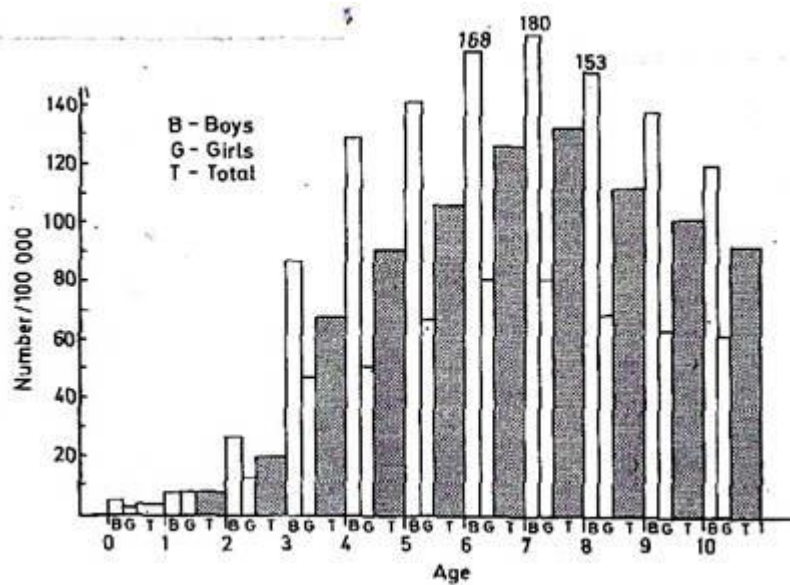
יש לציין שההיפגעות הגבוהה של בני 9 - 5 איננה תוצאה של שוני אפשרי בגודל האוכלוסיה בגיל זה כיוון, כנראה בציוור הבא, שהיא מתקיימת גם במונחים יחסיים למספר הילדים בכל שנת גיל.



איור 11. שיעור היפגעות ילדים בתאונת הולך רגל בקבוצות גיל שונות (ישראל 2000 – 2002)

המסקנה מתוך ממצאים אלו שבגיל 9 – 5 מתחולל שינוי בדפוסי הסיכון של הילדים, על רקע ההליכה לבית הספר תוך כדי ההשתחררות מליווי ההורים. ההיפגעות הגבוהה של הולך הרגל בגיל 6-8 איננה ייחודית לארץ וכבר נצפתה בשוודיה בשנות ה-60 ובארה"ב בשנות ה-80 של המאה שעברה:



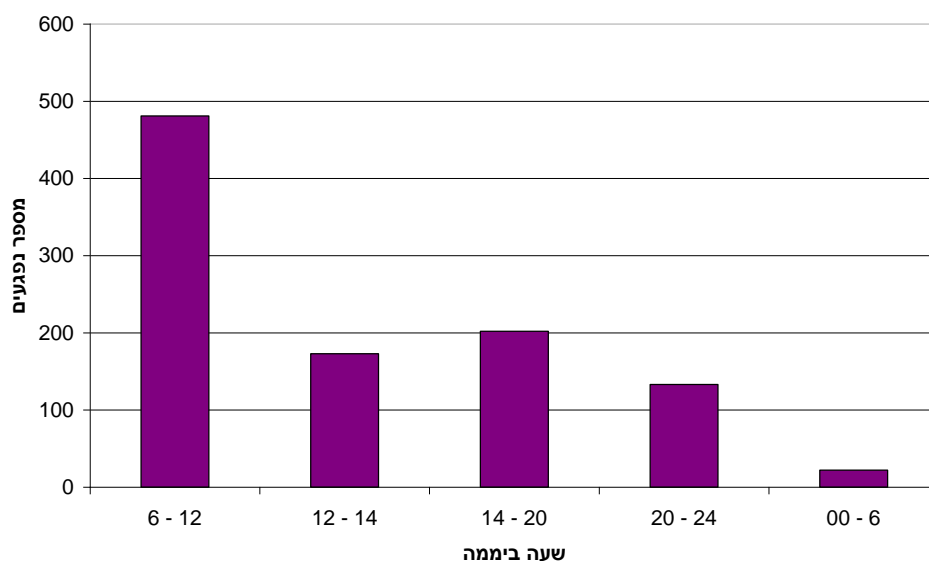


איור 12. למעלה: שיעור היפגעות ילדים בשוודיה (לפי Sandels 1975). למטה נתוני היפגעות יחסית בכל קבוצת גיל בתאונה חמורה של הולכי רגל לפי גיל ומין בארה"ב (מתוך Evans 1987).

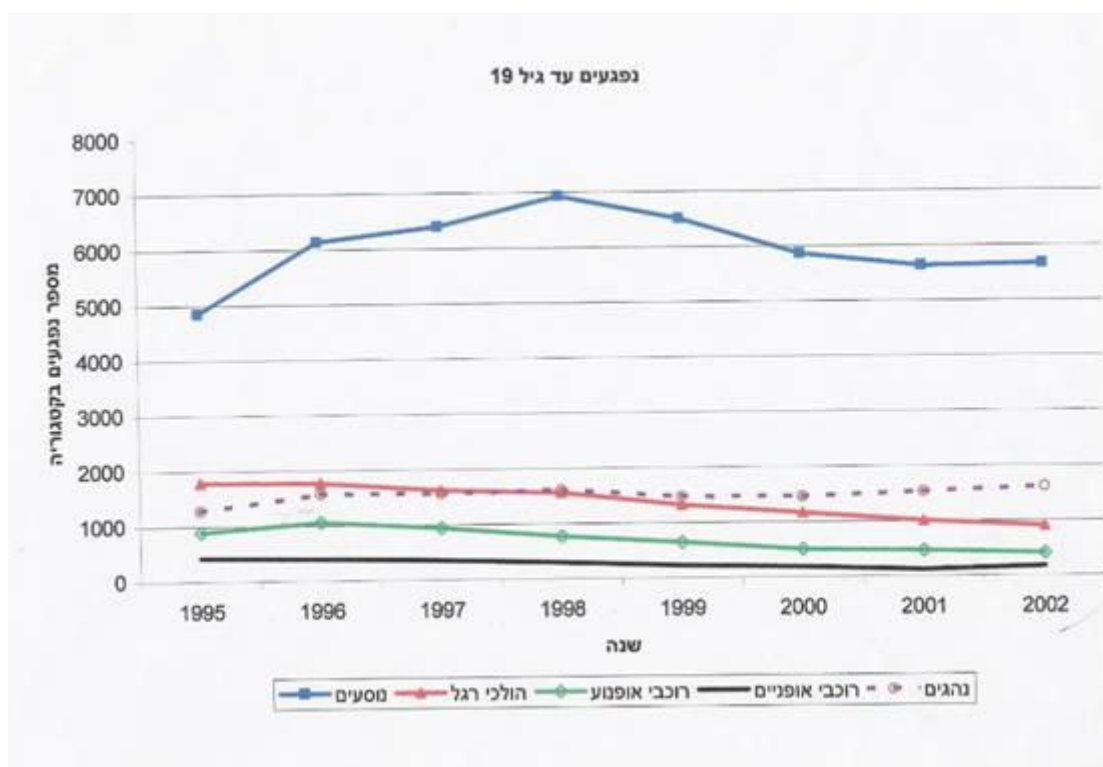
בשלושת המקורות, השונים במקומם ובתקופתם: שוודיה, ארה"ב וישראל, התופעה זהה: בנים נפגעים יותר מבנות, ושיא ההיפגעות מתרחש בגיל 7 – 8. כנראה שמעבר לשוני החברתי ותרבותי בין ארצות אלו, תופעות יסוד דמוגרפיות וחברתיות נשארות קבועות, ובכל מקום, בנים נוטים יותר לקחת סיכונים, הם גם יותר חופשיים בכל גיל נתון לנוע ברחוב בריחוק ממבוגר האחראי להם, ובאותו גיל, ילדי בית ספר נוטים או מקבלים רשות מהוריהם ללכת ללא השגחה.



7.2 היפגעות ילדים ובני נוער עד גיל 19 לפי השעה ביממה :



איור 13. הגרף ממחיש את משקל שעות הבוקר בשיעורי ההיפגעות של הילדים ובני הנוער, שעות שבהן ילדים הולכים אל בית הספר או יוצאים ממנו : מתוך 1011 נפגעים, שני שליש נפגעו לפני השעה 14 (ממצאים משנת 2001).

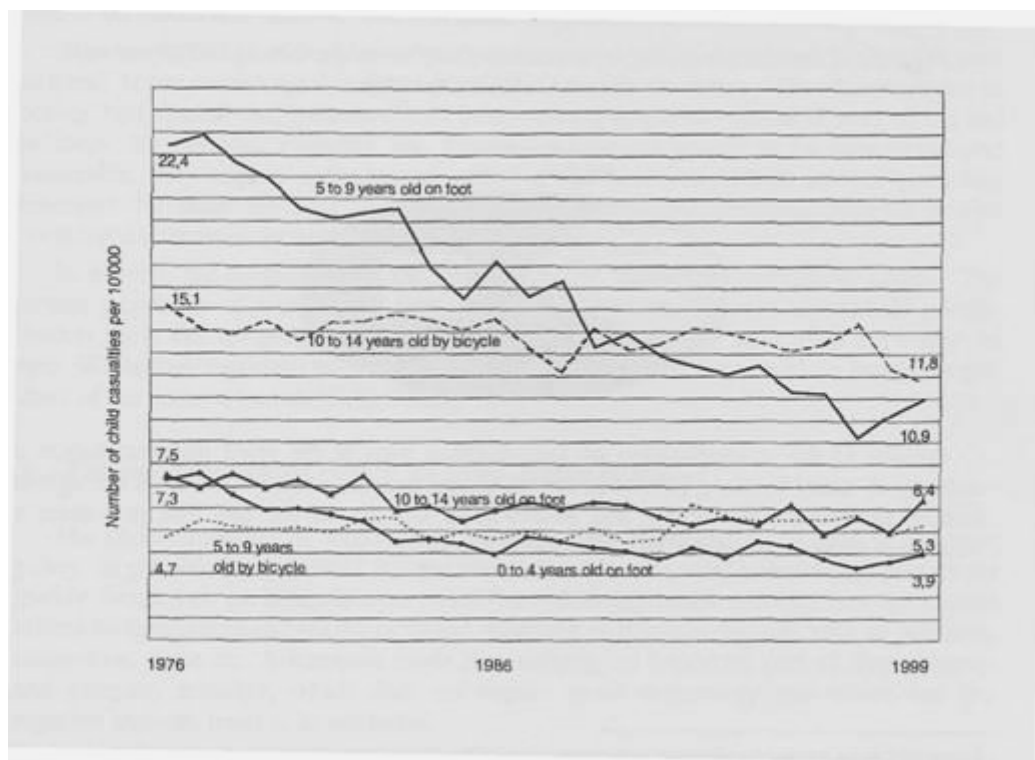


איור 14. מגמות ההיפגעות של ילדים ובני נוער לפי סוג הנפגע (מקור : הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים)

בקרב הולכי הרגל הצעירים (עד גיל 19) חל שיפור ברור בעשור האחרון אך עדיין כ- 1000 צעירים נפגעים כל שנה כהולכי רגל בשנות האלפיים.



7.3 השוואת היפגעות ילדים ובני נוער בשוויץ לאורך 24 שנים כהולכי רגל וכרוכבי אופניים מוצגת באיור הבא (Sauter 2002):



איור 15. עקומות היפגעות יחסית בקרב ילדים ובני נוער בשוויץ

הקווים הרציפים מייצגים את שיעור ההיפגעות של ילדים הולכי רגל בקבוצות גיל 5 – 9, 10 – 14, והקווים המקווקווים מייצגים את נפגעי הרכיבה על אופניים בגיל 10 – 14 ובגיל 5 – 9.

הגרף מתייחס לשיעור הנפגעים ל – 10,000 ילדים בקבוצות גיל שונות כשהממצא הבולט היא הירידה ב – 50% בנפגעים בני 5 – 9 לעומת ירידה מתונה בשיעור הנפגעים בקרב הולכי הרגל בגיל 10 – 14 ובגיל 0 – 4. יתכן ותופעה זו נובעת מהפחתת התנועה החופשית של ילדים בני 5 – 9 ברחוב, בשעה שהקטנים היו תמיד מלווים והבוגרים יותר אינם נמצאים תחת השגחת הוריהם ולכן לא השיגו רמת בטיחות יותר גבוהה. במילים אחרות, השיפור הבטיחותי בא על חשבון הניידות של הולך הרגל הצעיר, שאינו יכול לנוע ולשחק באופן חופשי ברחוב. חיזוק להשערה זו נמצא בסקרים להערכת הזמן המוקדש על ידי הורים לליווי ילדיהם: 4.5 שעות בשבוע בבריטניה, שעתיים באוסטריה וכשעה וחצי בשוויץ.

היבט נוסף להיפגעות ילדים, ושלא ניתן לו תשומת לב מספקת, הוא שלילדים רבים יש נכויות פיסיות המקשות על תפקודם ברחוב: בסקר טלפוני בארה"ב, נמצא שילדים ובני נוער בני 5 – 17 בעלי נכויות, מעורבים בתאונות כהולכי רגל פי חמישה יותר מילדים ללא נכויות (Xiang 2006) ושהבעיות העיקריות שאיתן הם מתמודדים, הן תשתית לא סלחנית או לקויה להולך ויחס אדיש או מתעלם של הנהגים. שיעור הנכים מוערך בארה"ב לכ – 10% בקרב ילדים בקבוצת גיל זו.



8. גורמי סיכון בחציית הרחוב:

8.1 סוגי תאונות השכיחות ביותר של הולכי הרגל:

הסיכון לתאונה גדול יותר במצבים ובמקומות מסוימים ברחוב. פגיעה בהולך רגל מתרחשת כאשר נהג רכב איננו מזהה נוכחות הולך המתכוון לחצות את הכביש, או שהוא מגלה את נוכחותו אך לא מבין מה יהיה הצעד הבא של ההולך. בצורה דומה, התאונה מתרחשת בסבירות גדולה יותר כאשר הולך הרגל לא מפרש כהלכה את מטרות הנהג, בעיקר לגבי האפשרות שהוא יחליט לעבור ולא לעצור כדי לתת להולך הרגל לעבור בכביש. הציורים הבאים מתארים מספר מצבי סיכון שכיחים:



איור 16. מצבי סיכון שכיחים להולך הרגל (לפי Zeeger 1990)

המצבים הדורשים את תשומת הלב המרבית של מתכנני בטיחות הם אם כן :

- חצייה במעבר בקטע הסיום (1)
- התפרצות בין כלי רכב חונים (2)
- רכב פונה ימינה (3)
- רכב עוקף רכב שנעצר לפני מעבר חציה (4)
- פגיעה בהולך על הכביש (5)
- רכב נעקף רכב גבוה המסתיר את הרכב העוקף (6)

פילוח היפגעות הולכי רגל בתאונות עירוניות מוצג על ידי Campbell (2004) על סמך נתוני 2044 נפגעים בארה"ב. על פי ניתוח זה, הנסיבות השכיחות לתאונות הן :

- התפרצות לכביש כשהפגיעה מתרחשת בחלק הראשון של החצייה : 23%
- התפרצות לכביש בחלק השני של החצייה : 9%
- חצייה בקטע דרך ללא גורם הפתעה : 7%
- התפרצות בצומת : 12%
- רכב פונה בכיוון החוצה אך הנהג מביט לכיוון אחר : 9%
- מעורבות שני כלי רכב (כגון תאונת "נהג אדיב") : 3%
- ירידה מאוטובוס : 2%
- תאונת "רכב גלידה" (ילד רץ לעבר הרכב) : 2%
- בצד השני של הכביש) : 2%
- פגיעה בהולך כתוצאה מתאונה בין 2 כלי רכב : 3%
- חצייה באור אדום בצומת : 1%

בתאונות הולכי רגל בכבישים מהירים, נמצא מתוך מדגם של 236 נפגעים, ש – 20% נפגעו בעת יציאה מרכב חונה בשולי הכביש או בעת שהות על ידו לאחר תקלה, 16% הלכו לאורך הכביש (כולל עובדי תחזוקה), 10% נפגעו כהולך רגל לאחר תאונת רכב ממנו יצאו ו – 9% נפגעו כטרמפיסטים.

האחריות על בטיחות החצייה מוטלת בסופו של דבר על החוצה שלא תמיד מודע או ער לדרישות הרחוב, במיוחד לצורך להיות קשוב וערני: השימוש בטלפון נייד על ידי הולכי רגל מציב את ההשערה ששיחה בטלפון עלולה להפריע להולך הרגל בעת חציית רחוב בשלושה מישורים :

- במישור הקוגניטיבי, כיוון שהוא יעסוק פחות בהערכת מרחקים ומהירויות כלי רכב, ואולי גם יתייחס פחות לרמזור.
- במישור הביצועי, כאשר הולך הרגל עלול להאיט בעת החצייה כמו שהדבר מדווח על נהגים
- במישור התפיסתי, כאשר הדיבור מפריע לסריקה תקינה של שדה הראייה. כמו כן, האזנה לטלפון מפחיתה את הסיכוי לשמוע כלי רכב מתקרב.



כדי לבחון השערות אלו, ביצעה Hatfield (2007a) בסידני שבאוסטרליה, תצפיות חצייה של הולכי רגל במעברים מרומזרים ולא מרומזרים, על 546 אנשים, מהם 182 נצפו בעת שיחה (אך לא מדובר באומדן שימוש כיוון שנעשתה מראש בחירה מעדיפה של משתמשים בנייד). הממצאים תומכים בהשערת ההפרעה, כאשר אלו שנצפו מדברים בטלפון בעת החצייה, נוטים להתבונן פחות, להמתין פחות לעצירת רכב המגיע למעבר ולנוע יותר לאט. להתנהגויות אלו יש ללא ספק משמעות בטיחותית אך משקלן אינו ידוע.

8.2 סימון מעברי חצייה:

מעברי חצייה ללא רמזור או נוכחות של תמרור עצור, שאינם מחייבים עצירה מלאה של רכב המגיע למעבר, אמורים לתרום פחות לבריחות הולך הרגל והגיוני לחשוב שהוא נפגע במקומות אלו לעיתים קרובות יותר מאשר במעבר מרומזר, אך ממצאים רבים בארצות שונות סותרים במידת מה את מה שמבוסס על השכל הישר. בפועל, במקומות אלו רמת ההיפגעות וחומרתה גבוהה מאוד. מאידך רבים הולכי הרגל החוצים את הכביש לא רק במעברי חצייה מסומנים אלא גם במקומות אחרים שאין בהם סימון. חוקרים האמריקאיים (Zegeer 2001), מעלים את השאלה אם מעברי חצייה מסומנים בצומת או בקטע דרך ללא רמזור או תמרור עצור, מסוכנים יותר או פחות ממקומות בהן החצייה אינה מסומנת עם פסי צבע על הקרקע.

בכל מקום בו זיהו החוקרים ממצאים על מעבר חצייה מסומן עם פסי צבע, הם הגדירו בסביבתו הקרובה מקום חצייה לא מסומן בו נראו אנשים חוצים את הרחוב. בצורה זו זוהו 1000 מעברי חצייה מסומנים (רשמיים) אך ללא מעברי חצייה בקרבת בתי ספר בגלל הפעילות המיוחדת שנעשית סביבם ו- 1000 מקומות קרובים המשמשים לחצייה ולקבוצת בקרה, ב- 30 ערים ברחבי ארה"ב. לאחר קביעת רשימת האתרים, נאספו נתוני תאונות על 5 שנים (1994 – 1998)

בכל אתר, וכן גם נתוני זרימת כלי רכב, מאפייני תשתית ונפחי תנועת כלי רכב והולכי רגל. באותם 2000 אתרי חצייה, חלו 229 תאונות של הולכי רגל במשך התקופה הנבדקת. בממוצע איפה, נפגע הולך רגל בכל אחד מהאתרים הנבדקים כל 43.7 שנים. כדי לבצע השוואה תקינה, יש לשקלל את מספר התאונות באתר נתון, בנפח תנועת כלי הרכב והולכי הרגל, במספר הנתבים ובמאפיינים גיאומטריים והנדסיים המשפיעים על התחוללות תאונות דרכים כמו במיוחד, קיומו של אי תנועה במרכז הרחוב. באופן כללי, הממצאים תומכים בדעה שלמעברי חצייה מסומנים יש שיעור היפגעות גבוה יותר מאשר למעברים בלתי מסומנים ביחס למספר תנועות חצייה שנמדדו באותם אתרים. למשל בין 417 אתרים ללא מפרדה מרכזית או אי תנועה, שבהם נמצאו מעברים עם תנועת רכב גבוהה (יותר מ- 15,000 כלי רכב ביממה), וברחובות עם 3 – 8 נתבים, שיעור הנפגעים הגיע ל- 1.37 למיליון פעולות חצייה במעברים המסומנים, לעומת 0.28 במעברים הבלתי מסומנים. ב- 173 אתרים עם אי תנועה, השיעורים היו בהתאם, 0.74 ו- 0.17, כלומר שוב יתרון למעברים הבלתי מסומנים. במקומות בהם נפח התנועה גדול יחסית (מעל ל- 10,000 כלי רכב ביממה), מעברי חצייה מסומנים מציגים מקדם סיכון גבוה יותר מהאתרים הבלתי מסומנים בשעה שבמקומות עם נפחי תנועה קטנים מ- 10,000 כלי רכב ביממה, אין הבדל בין שני סוגי המעברים. התוצאה איננה כל כך צפויה כיוון שנראה הגיוני לראות במעבר מסומן אתר יותר בטוח ממעבר "בלתי רשמי", אך המחברים טוענים שיש הסבר לממצא הפרדוקסאלי בזה שמעבר מסומן מעודד חצייה ומגביר את השימוש במקום בו הוא הותקן, גם אם מבחינה הנדסית הוא



איננו מוצלח. בנוסף הם מעלים את ההשערה שמעבר מסומן (כמו במקרה של רמזור), מגביר לעיתים קרובות את תחושת הביטחון בצורה מופרזת. השערה נוספת היא שהתקנת מעבר חצייה בלבד, ללא טיפול הנדסי מעמיק הכולל אמצעי האטה לכלי רכב, הצרת המעבר וכדומה, לא יכולה לשפר את בטיחות הולך הרגל ואסור לבצעה בנפרד מפעולות אלו. שנער לעומת זאת מעריך שנתוני המעברים המסומנים מושפעים מריבוי תאונות "נהג אדיב" העוצר בכביש דו נתיבי כדי לאפשר להולך לחצות אך שרכב עוקף פוגע בו, דבר הניתן לפיתרון על ידי הצרת המעבר לנתיב אחד (Shinar 2007).

סיכום מחקרים בנושא מחזק את הדעה שמעבר מסומן מסוכן יותר מחצייה במקום זהה ללא סימון בשיעור הנע בין 20% – 40% (Elvik & Vaa 2004) ובשוודיה קיימת מגמה לצמצם את מספר המעברים המסומנים, לפי דיווח של Leden et al. (2006a).

8.3 אופנועים מסוכנים :

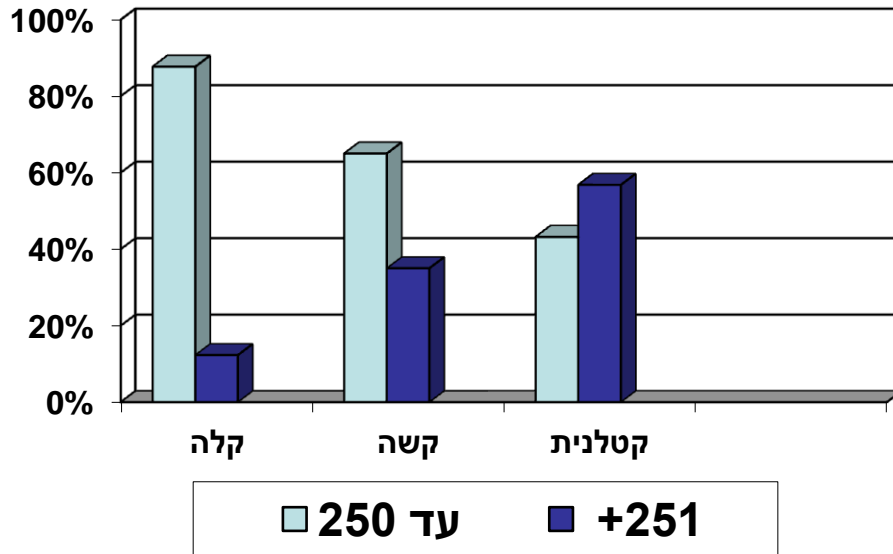
מקובל לראות באופנוע ככלי רכב מסוכן לרוכב החשוף לסיכוני הדרך. אך בעימות עם הולך הרגל, האופנוע מהווה סיכון לא מבוטל, בו ההולך הוא הקורבן העיקרי. בקובץ 18,132 תיקי נפגעי תאונות בישראל (מוקואס 2006) בהן היה מעורב אופנוע, בשנים 1999 – 2005, נמצאו 1077 הולכי רגל, כלומר 6% מנפגעי האופנוע, כמוצג בטבלה שלהלן :

סך האופנוע חומרת תאונה	קל-בינוני עד 250 סמ"ק	כבד מעל ל - 250 סמ"ק	סך הכל
קלה	734	103	837
קשה	132	71	203
קטלנית	16	21	37
סך הכל	882	195	1077

טבלה 24. מספר הולכי רגל שנפגעו בתאונות אופנוע

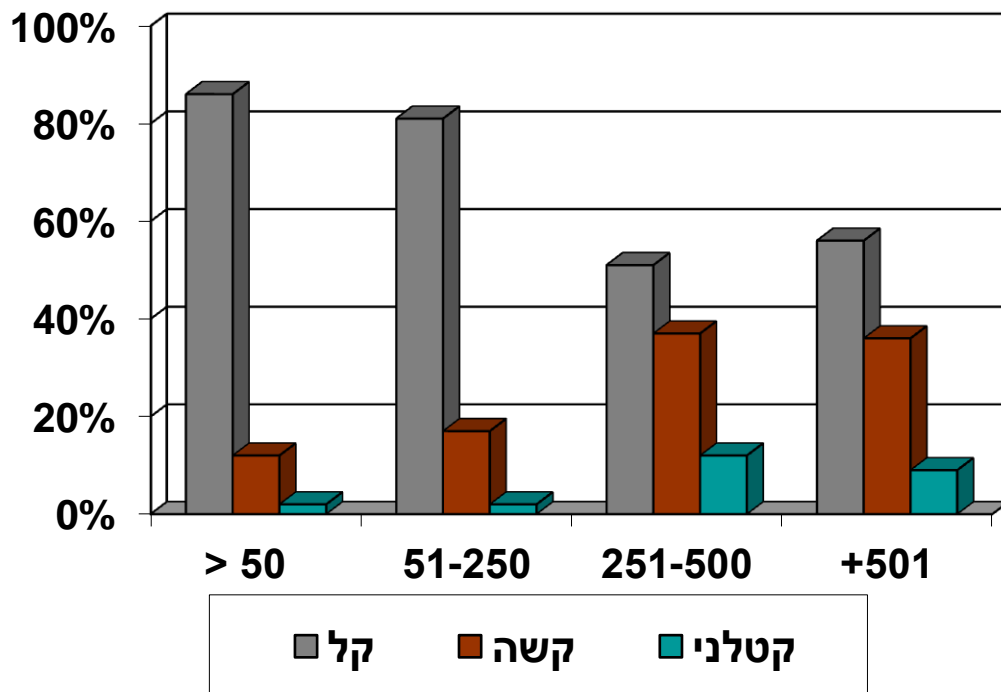
את הקשר בין חומרת תאונת ההולך ולבין גודל וביצועי האופנוע הפוגע, המוגדר על ידי נפח מנועו, אפשר לראות בגרף הבא, המציג את שיעור האופנועים הקלים והכבדים בשלושת סוגי התאונות בהן היו מעורבים הולכי הרגל :





איור 17. שיעורי המעורבות בתאונות של אופנועים קלים וכבדים בכל רמת חומרה

התמונה ברורה: האופנוע הכבד אחראי ל- 12% מהתאונות הקלות, ל- 35% מהתאונות הקשות, ול- 57% מהתאונות הקטלניות של הולכי רגל עם האופנועים. אם נבחן את שיעורי המעורבות בתאונות הולך רגל עם אופנוע לפי חומרתן, בתוך כל קטגוריה של אופנוע בנפרד, המוגדרת על פי נפח המנוע (סמ"ק), נקבל את הגרף הבא:



איור 18. שיעורי המעורבות בתאונות לפי חומרתן בכל קבוצת נפח המנוע

הגרף ממחיש שוב את גודל הסיכון שמהווה האופנוע הכבד, עם מנוע בנפח של מעל ל- 251 סמ"ק: בשעה שמתוך 100 הולכי רגל שנפגעו מהאופנוע הקל נהרגו שניים, בקרב 100 הולכי רגל



נפגעי האופנוע הכבד נהרגו עשרה. לעומת זאת, קטלניות האופנוע הקל כלפי הולך הרגל, נמוכה משמעותית מרמת הקטלניות הכללית של תאונות הולכי רגל (5.8% ב - 2004, לפי הלמ"ס). נפח המנוע מעיד, אם כי לא בצורה מדויקת, על רמת הביצועים של האופנוע, ומשמש לכך כמאפיין נוח של פוטנציאל הסיכון של כלי רכב זה.

אמנם ניתן לייחס לאופנוע יתרונות תחבורתיים וכלכליים בשימושו בעיר, כתחליף יעיל למכונית הפרטית, אך הרחבת השימוש בו עלולה להוות מקור לסיכון-יתר להולכי הרגל, במיוחד אם מדובר באופנועים "כבדים", כלומר בעלי ביצועים גבוהים.

8.4. הסיכון הנובע מרכב היברידי:

בשנים האחרונות, מתרבים כלי הרכב ההיברידיים, המצויידיים במנוע בעירה ובמנוע חשמלי המשמש לנסיעות עירוניות. לרכב זה יש תועלת סביבתית אך מחקר שנעשה על ידי משרד התחבורה בארה"ב (NHTSA 2009), על מעורבות בתאונות של חצי מיליון מכוניות נוסעים ושל 8500 כלי רכב היברידיים, מראה שרכב זה מעורב בשיעור כפול בתאונות עם הולכי רגל ורוכבי אופניים יחסית לכלל המכוניות, כתוצאה מהנסיעה השקטה של הרכב ההיברידי.

9. קביעת פער הזמן הקריטי לחצייה:

כיצד מבוגרים בוחרים בפערי זמן ומרחק בינם ובין רכב הנע לעברם בעת חצייה? לשאלה זו ניסו החוקרים האוסטרלים (Oxley A. et al. 2005) לענות במטרה לקדם את הבנת התנהגות הולכי רגל מבוגרים אשר ידוע שהם נוטים לקבל החלטות חצייה בצורה מסוכנת. ההשערה המחקרית היא שחלק מהפעולות התפיסתיות החיוניות לחוצה מתבצעות בצורה ירודה אצל המבוגרים ובמיוחד הם מתקשים לבצע הערכות מרחק וזמן ביחס לרכב הנע בכיוונם. זיהוי הפער המתאים לחצייה יכול להיות קשור בפעילות חשיבתית אך גם בראייה פחות חדה וכן גם ביכולת תנועה פחות טובה כשהקשיש לא מעריך מספיק עד כמה מהירות החצייה שלו איננה כמו תמול שלשום. כדי לבדוק את הנושא בצורה שיטתית אך ללא סיכונים, ביצעו החוקרים ניסוי הדמיית חצייה במעבדה. מיומנויות חצייה נמדדו אצל שלוש קבוצות של 18 נבדקים, בגילאים שונים:

30-45 ; 60-69 ; +75.

מערכת ההדמייה הציגה סרטי תנועה מנקודת המבט של הולך רגל העומד לחצות דרך עירונית דו-נתיבית. בעת ההחלטה לחצות מתקרבים אליו שני כלי רכב במרווחי מרחק וזמן וברמות מהירות שונות כך שהנבדקים נחשפים ל - 15 תסריטי התקרבות רכב לפני חציית הרחוב. הסרטים מוצגים על מסך גדול שמידותיו 2.5 מ' על 1.5 מ' כשהצופה יושב מול המסך במרחק של 2 מ' כדי לצפות בסרט בזווית ראייה של הולך רגל ברחוב אמיתי. הצופה מתבקש להחליט אם בתסריט נתון וברגע נתון הוא מסכים לחצות את הכביש לאחר המעבר של הרכב הראשון כשהרכב השני מופיע בעקבותיו. הצופה מספק גם הערכה של רמת הסיכון המשוער של החצייה בתנאי התסריט. במקביל נמדדות מהירויות החצייה של הצופים במצבי חצייה רגילים ובעת חצייה מזוהזת. תוצאות המחקר מצביעות בברור על הבדלים גדולים בביצועי הצופים הקשישים לעומת הצעירים. לדוגמה מוצגים להלן זמני החצייה של שלושת הקבוצות:



קבוצת גיל	זמן חצייה רגילה בשניות	זמן חצייה מזורזת בשניות
30 - 45	3.87	2.72
60 - 69	4.6	3.57
75 +	6.96	5.74

טבלה 25. זמני חצייה לפי גיל

גם בהליכה רגילה וגם בהליכה מזורזת, המבוגרים זקוקים לזמן כפול מזמן החצייה של הצעירים. אך הבדלים חדים נצפים גם במהלך קבלת ההחלטה לחצות או לחכות עד שהרכב הנצפה יעבור. חלק מהממצאים מוצגים להלן במונחים של שיעורי החלטה חיובית לחצות מול רכב בתנועה לעבר הולך הרגל. שיעורים אלו חושבו בתנאים שונים של מהירות הרכב ושל המרחק בינו ולבין החוצה בעת ההחלטה:

מרחק (מ')	60			40			מהירות (קמ"ש)
	167	117	67	111	78	44	
צעירים (30-45)	100%	95%	70%	100%	92%	43%	
מבוגרים (75+)	90%	78%	15%	80%	45%	10%	

טבלה 26. שיעורי החלטה לחצות מול רכב מתקרב בקבוצות גיל שונות

מקובל להניח שאנשים מבוגרים משפרים במידת מה את רמת הבטיחותם בתהליך פיצוי בו הם לוקחים בחשבון את העובדה שהם איטיים יותר, ונוקטים בזהירות רבה יותר על ידי אימוץ מרווח גדול יותר בינם ובין הרכב המתקרב בעת החלטה לחצות. בדיקת הממצאים מעלה שקבוצת הנבדקים בגיל 60 – 69 אכן נוקטת בהתנהגות שמרנית המעלה את רמת הבטיחות שלה בעת חצייה, אך שבקרב הקבוצה המבוגרת ביותר, ההתאמה איננה מספקת. יתר על כן, כשהצופים התבקשו להעריך את רמת הבטיחות של כל תסריט, הקבוצה הקשישה הפגינה יכולת פחותה לקבוע הערכות מציאותיות לסיכון באירוע המוצג בפניה. בניסוי נוסף התבקשו הצופים להעריך את רמת הסיכון של תסריטים דומים אך כשזמן ההחלטה מוגבל על ידי הנסיין לשנייה אחת או ל-5 שניות. בתנאי ניסוי אלו בזמן הארוך יחסית מאפשר הערכה יותר מדויקת של הסיכון האובייקטיבי (המחושב לפי פער הזמן להגעת הרכב למקום החצייה). גם בניסוי זה המבוגרים מצליחים פחות לאמוד את מידת הסיכון אפילו בתנאי זמן ארוך יחסית.

ממצא נוסף של המחקר הוא שקבלת ההחלטות מבוססת אצל הצופים בעיקר על סמך אומדן מרחק ולא על פי אומדן פערי זמן. משמעות הדבר היא שהקביעה לחצות את הרחוב מול רכב מתקרב, מתקבלת על סמך הערכה ללא התייחסות נאותה למהירות הרכב. במילים אחרות, העובדה שרכב מרוחק אך הנע במהירות גבוהה לא מרתיע כמו רכב איטי יותר אך שנמצא בקרבת



מקום. לצעירים אסטרטגיה זו מספיק טובה תודות למהירות הליכה גבוהה אך לקשישים היא מסוכנת כיון שהם נעים במהירות בלתי מספקת כדי להיחלץ מהגעה פתאומית של הרכב. נראה שעם הגיל, הפונקציות הפסיכו-פיסיולוגיות שבעזרתן תופס האדם את המציאות, נוטות להיחלש, בשעה שמנגנון הפיזי לא מבטל אצל הקשיש את הסיכון המוגבר על ידי נטילת מקדמי בטיחות יותר גדולים. גם כאן, כמו בקרב נהגים קשישים, קיימת תופעה של אופטימיות-יתר כמו שהדבר הוכח במחקרים אחרים (2005 Freund).

10. האם צריך לתת זכות הקדימה להולך הרגל?

אחד המרכיבים החשובים בתחבורה מתבטא ב"זכות הקדימה", ביטוי המתרגם את המונחים הלועזיים, yield, give way, cedez le passage, cedar el paso. מונח זה מתייחס לעובדה המצערת שתחבורה מתקיימת על מרחב פיסי משותף המהווה משאב מצומצם יחסית לביקוש. מכאן הצורך בניהול מיטבי של צריכת המשאב כשמשתמשים בדרך נזקקים לכלל אופרטיבי של סדר מעבר או שימוש במרחב התנועה.

בעיית סדר המעבר נולדה הרבה לפני הופעת המכונית וכללי סדר עדיפות הוגדרו כבר במשפט העברי לגבי כלי שייט (עדיפות לספינה טעונה על זו שאינה טעונה!), שיירות ורוכבים, כמו לגבי בני אדם: "והדרת פני זקן" באוטובוס ופתיחת דלת בפני גבירה על ידי הג'נטלמן אינם אלא גרסאות שונות של כלל סדר עדיפות במצב שאינו מאפשר סיפוק מיידי ובו – זמני של כל צרכני המרחב. במקרים מסוימים הפתרון פשוט, חד - משמעי ונוקשה: לרכבת זכות קדימה מוחלטת וללא סייגים. לעיתים הכלל מלווה בתנאים מפורטים: אמבולנס או רכב משטרה זכאים לעדיפות כשמופעל צופרם ואורותיהם מהבהבים. אך ברוב המקרים הכלל המקובל דמוקרטי יותר וזכות הקדימה איננה קשורה למאפייני הרכב אלא למיקומו הזמני במרחב. בצורה זו כל משתמש בדרך זכאי לקדימה ברגע מסוים ויחויב בויתור ברגע אחר.

זכות קדימה, כלומר ויתור על ראשוניות במעבר שאיננו מאפשר תנועה בו – זמנית של שני משתמשים בדרך, מוגדרת בחוק הישראלי לגבי כלי רכב בלבד. כשמדובר במפגש בין כלי רכב לבין הולך רגל, נמנע המחוקק, שהיה מן הסתם בעל ידע תחבורתי ולא רק משפטי, משימוש ממושג בעייתי זה בעימות בין שני משתתפים שלהם תכונות תחבורתיות כה שונות. כך נאמר בסעיף 64 א', סימן ט' של תקנות התעבורה:

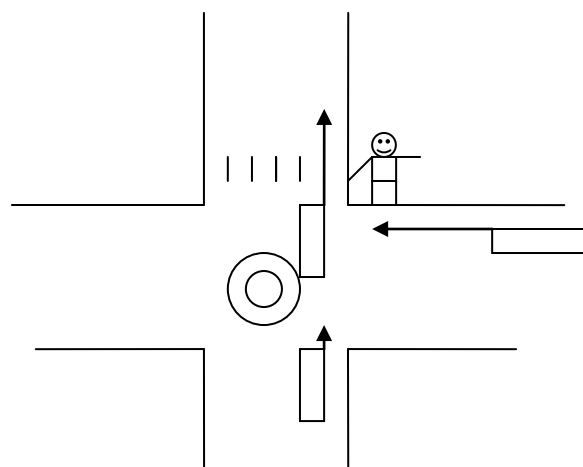
"נוהג רכב המתקרב לצומת שבו התנועה מסודרת על ידי רמזור, יציית לאותות שברמזור ולא ימשיך בנסיעתו אלא לאחר שהופיע בו אור ירוק. היה ברמזור אור צהוב מהבהב – יאיט נוהג הרכב ובמקרה הצורך אף יעצור את רכבו כדי לאפשר להולכי רגל להשלים את החצייה בבטחה וייתן זכות קדימה לרכב אחר שנכנס לצומת מכביש אחר, או לרכב הבא אל הצומת".

הפירוש הפשוט ביותר לתקנה אומר שזכות קדימה ניתנת לרכב ואילו להולכי רגל יש לאפשר סיום חציה בבטחה. הבדל זה איננו מקרי ודורש התייחסות למשמעות השונה של זכות הקדימה מבחינתו של השופט לעומת נקודת המבט של איש התחבורה והבטיחות. בבית משפט זכות הקדימה מתקיימת לאחר מעשה, כשהשוטר והשופט בעקבותיו, קובעים שרכב א' עבר בצומת



לפני רכב ב' כדין או שלא כדין, ועל כך נתן או לא זכות קדימה. המומחה לתחבורה, ובמיוחד המחנך, עומד בפני קביעת זכות קדימה פוטנציאלית, כלומר זו המתהווה בשלבי קבלת החלטות של הנהג ביחס להחלטת אדם אחר. בניגוד להולך רגל שיכול להתחיל חצייה, להסס, לעצור ואפילו לחזור אחורנית, תחום התגובות של הנהג מצומצם יותר. יתר על כן, חייב הנהג לקבל החלטות יותר מוקדם. כשנהג מגיע לצומת ורואה רכב נע מימינו או משמאלו, הוא יכול לקבוע שמדובר במתחרה על המרחב המשותף על סמך תנועתו של רכב זה: תנועה במהירות סבירה, בתוך נתיב מסויים ובכיוון מוגדר. לפיכך, כלפי רכב בתנועה יכול הנהג הצופה לבצע שגרת החלטות המשקללת את דרישת החוק הקובע למי יש זכות קדימה, עם פער הזמן המשוער להגעת הרכב המתחרה, כשרכב איטי מאוד ביחס לסביבה יאבד את זכותו הניתנת על ידי התמרור, וזאת על פי כלל הסבירות ולא על פי הגדרת חוק. במפגש עם הולך רגל, אומדן המהירות מאבד את משמעותו. התקשורת בין שני השחקנים מצומצמת ואמביוולנטית. הולך רגל על סף מדרכה איננו בהכרח בחזקת חוצה בפועל ואפשרות שינוי כיוון תנועתו מגבירה את אי – הודאות על מעשיו בעיני הנהג. מתן זכות קדימה להולך הרגל כמו שהוא ניתן לרכב אחר, יוצר בעיות בטיחותיות כמו גרימת בלימות חירום כשהופך הולך רגל עומד להולך רגל בתנועה. יש לזכור שבין כלי רכב, לנע יש זכות קדימה על הניית, כמו במצב של רכב יוצא מחנייה. יתר על כן, זכות קדימה להולך רגל מעודדת התפרצויות לכביש ללא הכנה מקצועית כך שהרווח הבטיחותי מוטל בספק. כיוון שהולך רגל הוא ברוב המקרים בחזקת "כמעט עומד" בהשוואה למהירות רכב, רואה בו הנהג כמעין "רכב חונה" שאיננו זכאי לעדיפות. צדק המחוקק הישראלי המעניק להולך הרגל זכות לחצייה בטוחה, כשהוא כבר בשלבי יישומה, כנאמר בסעיף 67 א', סימן ט' בתקנות התעבורה: נוהג רכב המתקרב למעבר חצייה, והולכי רגל חוצים במעבר, יאפשר להם להשלים את החצייה בבטחה ואם יש צורך בכך יעצור את רכבו לשם כך".

במילים פשוטות, הנהג חייב לעשות הכול כדי להימנע מלפגוע בחוצה בעת החצייה, אך אין הוא מחויב לעודד את החוצה הפוטנציאלי, הנמצא על המדרכה, להתחיל לחצות וליטול זכות קדימה. במקרים רבים נמצא הנהג הסביר בפערי מהירות וזמן שאינם מאפשרים לו בלימה ועצירה כדי לתת להולך הרגל להתחיל בחצייה ורבים המקרים בהם צודק הנהג מבחינה בטיחותית, בהמשיכו בנסיעה ובחיוב הולך הרגל בהמתנה. אפשר להמחיש את הסיכון במתן "זכות קדימה" להולך רגל במצב הבא:



איור 19. מתן זכות קדימה בעייתי להולך רגל

הרכב נמצא כבר בתוך הצומת (כמו במעגל תנועה), ונעצר לפני מעבר חצייה בזרוע היציאה כדי לתת את זכות זו להולך רגל, כנראה בשרטוט: הרכב (במסומן במלבן) עוצר להולך הרגל אך חושף את עצמו לתנועה מימינו ומאחוריו ולכן, במקרים רבים, לא מומלץ לעצור בתוך הצומת אלא לפנותו למרות נוכחות הולך רגל הממתין לחצייה בטוחה.

הדיון במגבלות המושג "זכות קדימה" מדגיש אם כן את הצורך בהפרדה בין שני מושגים שונים במהותם למרות קירבה רעיונית:

א. "זכות קדימה" משפטית הנקבעת לאחר האירוע בהגדרת ביצוע נאות או פסול של כלל המעבר

ב. "זכות קדימה" ביצועית, המוגדרת כאמצעי קוגניטיבי להגעה להחלטה של המשתמש בדרך לעבור לפני או אחרי משתמש אחר.

החוק מגדיר זכות קדימה אך ורק בין נהגים אך שופטי תעבורה רבים מתעלמים מנקודה זו ומפרשים אותו "לטובת החלש", כמו למשל בפסיקתו של השופט צמח לגבי פגיעת נהג אוטובוס בהולך רגל ב-1990 בירושלים, לאחר ערעורו של הנהג על הרשעתו: "עליו (על המערער) היה לכבד את זכות הקדימה שיש להולך הרגל לחצות בבטחה את הכביש במעבר חצייה". יש לציין בסימן שאלה את הניסוח "זכות קדימה לחצות בבטחה" שאינו מופיע בתקנות התעבורה. כאן הסתירה, המובלטת על ידי פסקי דין סלחניים בסופו של דבר לנהג הפוגע, בין הצורך הקריטי למניעת הפגיעה כשהולך הרגל כבר נמצא על הכביש, ובין הצורך המפוקפק לתת לו זכות קדימה, כלומר לחייב האטה או עצירת רכב לפני מעבר החצייה כשהולך הרגל נמצא עוד על המדרכה ומאותת(?!) על כוונתו לחצות. בהעדר תקשורת ברורה בין נהגים להולכים (ללא רישיון הליכה!), הפגנת כוונות נשארת בעייתית ובמיוחד מסוכן לתת להולך הרגל את האפשרות לקבוע לנהג חובת עצירה ללא התייחסות למגבלות הפיסיקאליות של רכבו. בין נהגים יישום הכלל יותר ברור שכן התמרור ב' 36 למשל, משמעותו לא רק שיש לתת זכות קדימה כשהדבר אקטואלי, אלא שיש תוך התקרבות לצומת, להתכונן על ידי האטה, למתן זכות קדימה גם בהעדר לכאורה כלי רכב מתחרים.

האם מערכת התחבורה יכולה לעמוד בדרישה להאטה ועצירה לפני כל מעבר חצייה, גם בהעדר הולך רגל ובמיוחד בשטח עירוני? נוכחות גדולה של אנשים על המדרכות מובילה ברוב המקרים ליכולת מועטה, מבחינתו של הנהג, לאתר את אותו אדם שהחליט לחצות ברגע זה, לעומת אחר המעדיף לחכות, כשלעיתים הם עומדים ביחד על סף המדרכה. מתן זכות קדימה גורף מהווה פתח לאשליית בטיחות ולא ליצירת תהליך חצייה יותר בטוח. הוא גם מנוגד ברוחו לסעיף 110 א' סימן א' של תקנות התעבורה, לפיו "לא יחצה אדם כביש אלא לאחר שבדק את מצב התנועה ונוכח שאפשר לחצות בבטיחות". זהו הכלל הבסיסי הנותן בידי החוצה את הזכות, אך גם את האחריות להחלטה אם הוא יכול להתחיל את תהליך החצייה. שיפור בטיחותו של תהליך זה נובע מיכולת מוגברת של המבצע, על ידי חינוך, הדרכה והסברה, וכן, על ידי שיפורים טכנולוגיים ההופכים את המעבר ליותר "חכם" (smart crossing). יישום אופרטיבי של "זכות הקדימה" שכבר גם כך הוא בעייתי ברמת המשחק בין שני נהגים, מכיל קושי הרבה יותר גדול כשמדובר בנהג ובהולך רגל. לפיכך יש להימנע מהרחבתו וכדאי להיצמד לתקנות שהוגדרו בזהירות ראוייה לשבח.



הערפול הקיים ביישום הדרישה למתן זכות קדימה מוביל לא פעם להחלטות מנוגדות של ההולך ושל הנהג שמופיע מולו כמו שנמצא על ידי Hatfield (2007b) על סמך תצפיות בסוגי מעברי חצייה שונים. במקרים אלו, שני הצדדים משוכנעים בזכותם לעבור ראשון, אך רק אחד מהם משלם את מחיר הטעות...

הניתוח התיאורטי שלעיל מקבל חיזוק על סמך ממצאים שוודים חדשים: לאחר שבשנת 2000 הוגדרו מחדש תקנות מתן זכות הקדימה להולכי הרגל במעברי חצייה, עם הגברת אחריות הנהג גם כשההולך מבצע חצייה גבולית ביחס למהירות הרכב ולמרחקו מהמעבר, מצאו החוקרים (Leden 2006b) שמספר תאונות הולכי הרגל במעברי חצייה עלה ב- 27% וכן גם שמספר תאונות רוכבי אופניים שחצו במעברים (בניצב לכביש) עלה ב- 19%. שינוי זה לרעה בבטיחות מיוחס להגברה בלתי סבירה של הביטחון העצמי של הולכי הרגל, כתוצאה מהתקנה שהייתה אמורה ללהגן עליהם. הדבר מתבטא גם בהתנהגות השאננה במעבר חצייה מרומזר בו הולכי הרגל נוטים להמעיט במבטים לצדדים, בהשוואה למעבר לא מרומזר (מוקואס 2006). בנוסף, הוצגו בסעיף 3. נתונים שלפיהם חומרת תאונות הולכי רגל גבוהה יותר במעברים המרומזרים לעומת המעברים שאינם מרומזרים, למרות הבטיחות לכאורה שהרמזור מספק לחוצים. מכאן נובע שהפחתת אחריות האדם ההולך על מעשיו ברחוב, מקלה אמנם את מטלתו אך פוגעת בו בסופו של דבר, ורצוי לרסן מקבלי החלטות ברצונם להיטיב עם הולכי הרגל.



איור 20. פה לא הזמן לשאול למי יש זכות קדימה... מוטב להימנע מעימות עם רכב כבד בעת פנייתו בצומת

פרק ב. היבטים התפתחותיים:

הסיכון לילד ברחוב ויסודות החינוך המניעתית

1. ממדי הסיכון:

ילדים ובני נוער מהווים קבוצת סיכון לא מבוטלת בתחום התעבורתי. לפי ממצאי הדו"ח הסטטיסטי של משטרת ישראל, בשנת 2000 נפגעו בתאונות דרכים 5600 ילדים ובוגרים מתחת לגיל 18, שהיו ברובם נוסעי כלי רכב, אך ביניהם גם למעלה מ- 1000 הולכי רגל ו- 169 רוכבי אופניים. בסך הכל, הילדים ובני הנוער מהווים כ- 14% מכלל הנפגעים, אך הם מייצגים 30% מכלל הולכי הרגל שנפגעו בתאונה.

לסיכון התחבורתי היבט נוסף המתקשר למידת חומרת הפגיעה. מתוך 100 בני 16-17 שנפגעו בתאונה בשנת 2000 בישראל, 27 נפגעו באופן קשה וקטלני, אך בקרב 100 בני 5-15, שיעור זה עולה ל- 30, ובקרב בני 4 ומטה, הוא מגיע ל- 46: החומרה גדלה ככל שהגיל נמוך יותר ובסך הכל 37 ילדים עד גיל 18 נהרגו בתאונות הולך רגל באותה שנה. בעיית הסיכון התחבורתי של ילדים אינה ייחודית לארץ ובבריטניה למשל, נפגעו בתאונות דרכים ב- 1995 למעלה מ- 18,000 ילדים מתחת לגיל 15 כששיא ההיפגעות הקטלנית נמצא אצל בנים בגיל 8, ואצל בנות בגיל 12 (O'Reilly 1997).

סיכום מחקרים בהולנד ובבריטניה (Van der Molen 2002) מגדיר באלו נסיבות מתרחשות תאונות ילדים הולכי רגל:

- 25% מהתאונות מתרחשות בדרך לבית הספר וממנו
- תאונות בירידה מאוטובוס: 2% – 3%
- 5% מהתאונות מתרחשות בחשכה
- 5%–7% מהתאונות מתרחשות במזג אוויר חורפי
- 70% מהתאונות קשורות לחצייה פתאומית ולריצה על הכביש

סוגיה בטיחותית רציפה ומעיקה זו מחייבת התמודדות בכל האמצעים. אך כיון שאין היא ניתנת לטיפול ברמה ההנדסית באופן ייחודי, בנוסף לעובדה שהמשטרה מתקשה לפעול מול עבריינות תנועה של ילדים, נראה שרוב המאמץ הנחוץ צריך להינתן במסגרות החינוך וההדרכה. את מה שרוצים ללמד צריך אם כן לבחון לאור היכולת המוגבלת לרכישת "מיומנויות רחוב" בגיל בו מתחיל הילד ללכת ללא ליווי, כלומר בגיל בית הספר.



לנושא זה היבטים תיאורטיים ומעשיים וכיון שביצוע תקין של חציית רחוב מחייב התייחסות לאיומים השונים המתרחשים בו ברצף ובמקביל, כלומר ביצוע פעילות תפיסתית ובינתית לעיתים מורכבת, יש מקום לברר באיזו מידה ובאלו אופנים יכולה הפסיכולוגיה ההתפתחותית לעזור בבניית משנה סדורה של הבטיחות בדרכים ושל האמצעים לצמצום היפגעותם של ילדים. במסגרת זו אנו מציעים לבחון מושגי יסוד בתורתו של Piaget בהקשרם התחבורתי האפשרי וכן גם לאתר יישומים של הפסיכולוגיה החינוכית, בעיקר לגבי הילדים בני 10 ומטה, אשר היפגעותם בתאונות חמורה במיוחד.

2. פסיכולוגיה התפתחותית ומטלות הרחוב:

היפגעותם של ילדים ובני נוער בתאונות דרכים קשורה במידה מרובה ליכולתם לפעול כהלכה במרחב התחבורתי. אם פגיעה בנוסע ברכב ניתנת למניעה בצורה מצומצמת מאוד על ידי פעולה נכונה של הנוסע, כמו למשל הפחתת החומרה תודות לחגירה מתאימה, הרי מניעה והתחמקות מפגיעתו של כלי רכב כאשר הילד אוטונומי בהחלטתו לחצות את הכביש, תלויה בבחירת התנהגות נבונה של המאויס בפגיעה. מכאן הצורך בהגדרת האפשר והמעשי במסגרת תהליכי ההתפתחות המובילים את הילד לבגרות הפיסית והנפשית. בנבדל מבעיית הסיכון של הנוסע שאיננו עצמאי בהחלטותיו, הסיכון התחבורתי בקרב ילדים מתקשר בעיקר לשתי מטלות רחוב יסודיות: חציית הכביש ורכיבה על אופניים בתנועה.

שתי מטלות אלו מאופיינות בפער חמור ברמת הביצועים בין שני השחקנים הבסיסיים בכביש: הולך הרגל (או הרוכב) והנהג. ביצועים אלו שונים במיוחד בתחום המהירות, התאוצה, מרחקי העצירה וכושר התמרון. לפיכך, ניתוח המטלה שמבצע הילד דורש התייחסות לכושרו להעריך את ממדי הסיכון במונחים של פערי מרחק וזמן ומונחים של יכולת חיזוי של מפגש תוואי תנועה. כמו שחקן כדורגל הובועט מסירת כדור לשותפו, לא למקום הימצאו עכשיו אלא לנקודת המפגש העתידי בין הכדור הנע והשחקן הרץ קדימה, מבצע החוצה הערכת מפגש עם הרכב הנע מולו כשהוא יגיע לאמצע הכביש או לצידו האחר (Muttart 2000). בעייה דומה עומדת בפני רוכב אופניים שמהירותו נמוכה בחציית צומת, כשרכב מתקרב אליו מהצד, או מולו כשהרוכב מתכוון לפנות שמאלה.

במקרים אלו מציגה הפסיכולוגיה ההתפתחותית את שאלת ההתאמה בין רמת התפיסה והחשיבה אצל הילד בגיל נתון לעומת דרישות המטלה. לעיתים המטלה מספיק פשוטה וסבירה והילד יודע לתת לה מענה תקין, אך המציאות התחבורתית מציגה יותר מדי מצבים בהם דרישות המטלה עלולות לעבור מעל ליכולת של הילד. גם בגיל הגן מסוגל הילד לחצות כביש, לא כל שכן ללכת על המדרכה, אך כישורי החשיבה שהוא מפעיל נטולים ממדי הערכת פערי מרחק וזמן, העומדים בבסיס קביעת כיווני פגישה (ופגיעה), אומדן מהירויות והבנת מגבלות השחקן ה"אחר".

את הידוע על ההיבטים ההתפתחותיים בגיל המסוכן (5 – 10) המגדירים את יכולות ומגבלות הילדים במטלות הרחוב אפשר לסכם בדברים הבאים:



1. עצמאות מוטורית
 2. מושג ורגש אחריות מעורפלים (= רמת ההתפתחות המוסרית)
 3. פער בין הכושר ההצהרתי (המילולי) והיכולת ליישום ידע מופשט
 4. מאפייני ההערכות הכמותיות:
 - א. קביעות הגודל לא מיוצבת
 - ב. צירופים רעועים של גדול \ קטן לעומת קרוב \ רחוק
 - ג. אי - שימור המידות (קושי בהערכת שינוי בו – זמני של שני משתנים)
 - ד. אין מושג יחס ברור (מכאן הקושי בהבנת $v = d/t$)
 - ה. הערכת זמן ומהירות עמומה
 - ו. הערכה בלתי מציאותית של הסיכון
5. תפיסת הכיוון חסרת יציבות (אי בהירות לגבי ימין – שמאל)
 6. כושר מוגבל להבין נקודות מבט של הזולת
 7. חשיבה מאגית

3. התפתחות יכולות תחבורתיות אצל הילד: מה ניתן ללמוד מפיאז'ה?

המודל של פיאז'ה המתאר ומפרט איך מתפתחת מערכת התפיסה והחשיבה של הילד לאורך הזמן, מילדות ראשונה לבגרות, ולמרות ביקורת מחוקרים ואסכולות שונים, נשאר המאמץ השיטתי והחשוב ביותר שנעשה בפסיכולוגיה ההתפתחותית להכרת הילד. מודל זה מספק נקודות מבט, מונחים ורעיונות מגוונים להבנת התייחסות הילד למטלות שבמהותן הן בעיקר חשיבתיות Beilin (1992). קיומו של מודל ושל מכלול מסודר של תהליכים מוגדרים המתארים את התקדמותו של הילד לעבר שלמות החשיבה מבחינה לוגית מאפשר פיתוח רעיונות ואמצעים בתחום הבטיחות בדרכים של ילדים ובני נוער, כשמסתבר שעיקר המטלה התחבורתית אינו טמון בזריזות השרירים וביכולת הפיסית, אלא דווקא באותם תחומי החשיבה שנחקרו בצורה כל כך יסודית על ידי פיאז'ה ותלמידיו. כך מתארים Eby, Molnar (1999) בין היתר את מושגי היסוד של הפסיכולוגיה ה"גנטית" של פיאז'ה אשר יישומם אפשרי בתחום בטיחות בני נוער. בלי להיכנס



לפרטי משנתו של הפסיכולוג הדגול מז'נבה, נזכיר בשורות הבאות את המעט הנחוץ לפיתוח השמת המודל (או לפחות בחלקו), לתחום מניעת תאונות הדרכים:

3.1 שלבי ההתפתחות הבינתית:

פיאז'ה מגדיר ארבעה שלבי התפתחות בינתית (Piaget 1965):

- השלב התחושי-תנועתי המתפתח מהלידה ועד גיל 2
- השלב הקדם-אופרציונלי (בין 2 – 7)
- שלב הפעולות הקונקרטיות (בין 7 – 11)
- שלב החשיבה הפורמלית-לוגית, המתחיל בגיל 11 – 12, והמתפתח עד לבגרות.

הגדרת שלבים אלו ותיעוד היכולות הבינתיות של הילד בכל אחד מהם היא רלוונטית לגבי המתכנן תוכניות חינוך והדרכה לבטיחות, לפחות כשמדובר בשלושת השלבים המאוחרים. אז נמצא הילד במצב של עצמאות פיסית לא מבוטלת ובכל אחד משלבים אלו מתפתחים כלי חשיבה בהם נעזר הילד בבואו לפתור בעיית רחוב, אך, כמו שהדבר יובהר להלן, עד שלב החשיבה הפורמאלית, כלים אלו מגיעים לשלמותם בהדרגה ולא תמיד יכולים לענות לצורכי המטלה התחבורתית שעמה מתמודד הילד.

3.2 מושגי יסוד של המודל בהקשר התחבורתי:

3.2.1 **האגוצנטריות**: בשלב הקדם האופרציונלי, מאופיינת החשיבה של הילד ב"העדר יחסי של כושר ליטול את התפקיד של האדם האחר, כלומר לראות את נקודת ההשקפה שלו – עצמו כאחת מרבות אפשריות" (פליבל 1970, ע"מ 146). ידועים הניסויים של פיאז'ה ותלמידיו בתחום התפיסה בהם מצג נצפה מנקודה א' כשהילד מתבקש לתאר את המצג מנקודת ראות סימטרית ב' או מנקודה שונה. התגובה השכיחה בילדות המוקדמת היא הצגה "אגוצנטרית" של נקודת המבט בפרספקטיבה של הילד הנבדק ומאוחר יותר משתפרת התשובה אך נשארת רחוקה מהמציאות עד גיל השלב הקונקרטי. בשלב זה מסוגל הילד להתנתק מנקודת המבט החד צדדית תודות לפעולות גומלין בין-אישיות בהן המפגש החברתי, השימוש בשפה וההתמודדות עם עמיתו מגלים לו את תפקידו של האחר. חבריו מאלצים אותו "לבחון מחדש את תפיסתו ואת מושגיו נוכח אלו של אחרים ובעשותו זאת נחלץ הוא בהדרגה מהאגוצנטריות ההכרתית" (פליבל 1970, ע"מ 269).

3.2.2 **המירכוז** (centration): החשיבה הקדם אופרציונלית מאופיינת במגמה לרכז את הקשב בהיבט אחד בולט של המציאות ולהתעלם מהיבטים אחרים היכולים לפעול בכיוונים מנוגדים. זוהי אם כן חשיבה חד-ממדית כשתהליך הקשת הסיבתיות לתופעות בהן נתקל הילד מחייב צמצום הבעייה הלוגית כדי להפוך אותה לפשוטה יותר וברת פתרון. כשיותר מדי משתנים נוכחים בו – זמנית בתודעה, הילד עומד חסר אונים מול תסבוכת שהוא פותר על ידי התעלמות ממשנתה



מסויים או על ידי העדפת משתנה אחר אשר בהשפעתו הוא יכול לצפות בקלות יחסית. את המירכוז מתאר פיאז'ה בניסויים רבים כמו הניסוי המפורסם של שפיכת נוזל מכלי רחב ונמוך לכלי צר וגבוה. המשתנים הנראים לעין הם רוחב וגובה הכלים, כשהילד מסיק משינוי צורת התכולה שינוי בכמותה, וזאת מתוך מגבלה בינתית להתייחס להשפעה המנוגדת של שני המשתנים. הוא מתרכז אם כן באחד מהם ונותן לו העדפה. המעבר מחשיבה תלוית מירכוז לחשיבה בו מסוגל הילד להסיט את תודעתו (decentration) הוא חלק בלתי נפרד של בניית החשיבה הקונקרטיית.

3.2.3 השימור (conservation): מושג יסודי במודל של פיאז'ה הוא מושג השימור שלפיו מודע הילד לקביעות תכונה יסודית של התופעה בה הוא צופה, בעוד שתכונות אחרות נעות בכיוונים מנוגדים. בדוגמה הקודמת, נשמרת התכונה היסודית של כמות הנוזל בשעה שהתכונות הבולטות של רוחב וגובה משתנות ביחס שווה. למבנה חשיבתי זה יש משמעות גדולה בתחום הבטיחות, כנראה להלן בסעיף 3.3.

3.2.4 חשיבה ופעולה: פיאז'ה מדגיש את הרעיון שחשיבה נובעת מפעולה ומיישום יכולות תחושתיות ותנועתיות ולא מתצפית פאסיבית של המציאות. השימוש בשפה ככלי עזר סמלי, מאפשר את הפנמת הפעולה ומתרגמת פעולת שרירים בצורה "אינטליגנטית", תוך כדי ייצוג בתודעה של החשיבה המקדימה את הפעולה. גם פעולה מתמטית מופשטת, מזכיר פיאז'ה, איננה אלא הפנמה של פעולות פיסיקאליות (לצרף, לחלק, לגרוע).

3.2.5 ההפיכות (reversibility): החשיבה הפורמלית-לוגית של הילד הבוגר כרוכה ביכולת הבנת תהליכים שייצוגם מתפתח בסדר מסויים אך שבמחשבה יכול הצופה לפתח סדר הפוך, המוביל מהתוצאה להתחלת התהליך. זוהי ה"הפיכות" שבעזרתה מסוגל הצופה לראות בדמיונו את התמונה הסימטרית, את הדרכים החלופיות להגיע ממקום למקום, לחזור לנקודת המוצא ולבצע מנטלית צירופי תנועה. פיאז'ה ותלמידיו הרבו לבחון פעולות הקשורות להבנת העולם הפיסיקאלי וקשרו אותן ליכולת ביצוע הפעולות הלוגיות בהן עוסק המתמטיקאי, כדוגמת רוטציות מנטליות של גופים גיאומטריים. אך את ההפיכות אפשר לזהות בתהליכי חשיבה מעשיים רבים (Brainerd 1996, Flavell 1996): המרחב הוא עקרונית הפיך אך בניית מסלולי הליכה מיטביים כרוכה בין השאר ביכולת לראות אי-סימטריות של כיוונים כשבתחום זה, רבים המצבים בהם הליכה בכיוון מסויים איננה שווה ערך מבחינה בטיחותית להליכה בכיוון ההפוך. לפיכך תורמת ההפיכות ליכולת לבדוק מנטלית מספר חלופות להגעה ליעד במרוצת הליכה ברחוב. היבט חשוב נוסף של ההפיכות, שלא נבדק עד כה ברמה ניסויית בתחום הבטיחות, הוא יכולת ה"מעקף" (detour), שבעזרתה מסוגל מבצע מסלול להתרחק זמנית ממטרנו (או באופן כללי, מהפתרון), כדי להשיג מטרת ביניים ולפתור בסופו של דבר את הבעיה. כמו שהמעקף מופיע רק בשלב מתקדם של ההתפתחות הפילוגנטית, הוא גם מופיע מאוחר יחסית בהתנהגות הילד ומעיד על היכולת לראות בדמיונו דרכים שונות למטרה, הכוללות לעיתים התרחקות, כמו שבחציית



רחוב אפשר להתרחק מנקודת הסיום כדי לחצות במקום מתאים יותר, ולבצע מסלול יותר ארוך אך יותר בטיחותי.

התפתחות החשיבה של הילד והמעבר לשלב התשובה הבוגרת (הרמה הפורמאלית לפי פיאז'ה) מקבילה להתפתחות רמת השיפוט המוסרי המאפשרת הבנת הצורך בהדדיות וביתור. הזכות של הזולת ליהנות מהאמצעים המשמשים את הציבור איננה מובנת במלואה על ידי ילדים אלא במידה שהם מסוגלים לצאת מנקודת המבט הצרה שלהם ולהפגין אמפתיה לצורכי ה"אחר". במסגרת זו, הבנת הצורך בפעולת ה"מעקף", שמשמעותה להתרחק מהמטרה כדי להגיע אליה בצורה יותר טובה, נובעת לא רק מצורך ביצועי – תועלתי. כדי להבין את כדאיות ההתרחקות לשם הגעה יותר בטוחה יש להפגין כושר חשיבתי המבסס כל התנהגות מוסרית והמעודדת ריסון, איפוק וניסיון לעמוד במקומו של הזולת. במסגרת רעיונית זו, יש להציג את הצורך בויתור (הן של הולך הרגל והן של הנהג) לא רק מ"פני שזה מסוכן" אלא גם מפני ש"גם האחר צריך לעבור". בצורה מקבילה אפשר לראות את הדילמות של השיפוט המוסרי הכוללות התייחסות לצורכי האחר, לא רק כמציבות צו ערכי, אלא כמבססות החלטה הגיונית בעלת ערך אישי וחברתי. הויתור נובע מאמפתיה לצרכיו של האחר איננו הפסד בדו-קרב אלא תוצאה של תובנה המושגת רק כשיש למוותר כושר שיפוט מתקדם יותר. המוותר הוא בו-זמנית גם חכם יותר וגם יותר מוסרי, כשלפעולתו יש ערך חברתי מצטבר, הן בטיחותי והן כדוגמא לאחרים.

3.3 התנועה והמהירות:

אין כמו נושא התנועה והמהירות שנחקר בצורה מעמיקה על ידי פיאז'ה כדי להמחיש כיצד נושא זה תיאורטי יכול להוביל לתובנות מעשיות בתחום התחבורתי. פתרון בעיות חציית רחוב משלב בצורה מהותית שליטה מרחבית תוך כדי הבנת משמעות התנועה היחסית ומהירות כלי רכב. מושגים אלו מתפתחים, אליבא דפיאז'ה, במקביל לרכישת הסיביות והבנת התופעות הפיסיקאליות הבסיסיות, במסגרת תורת השלבים החשיבתית. הניסויים המבוצעים עם ילדים בגילאים שונים ממחישים איך עובר הילד מהתלות בממצא קונקרטי לעיתים מטעה, לכלל אופרטיבי מופשט המאפשר את הבנת מורכבות המרחק כסדרת יחידות קבועות. בגיל צעיר יותר, המאמץ להגיע מנקודה אחת לשנייה משפיע על קביעת האורך (נקודת מבט אגוצנטרית). בשלב הקונקרטי מפריד הילד בין מרחקים ומהירויות שוות, כלומר מזהה ששני כלי רכב המתחילים ביחד והמגיעים ביחד ליעד אחד אינם בהכרח שווים במהירותם, אם דרכם איננה חופפת. האשליה של השוויון המדומה מומחשת בניסוי הבא: שני כלי רכב נעים במעגלים קונצנטריים (בעלי מרכז משותף), באותו זמן. לפני שלב החשיבה הקונקרטי רואה עוד הילד את שני הכלים כנעים במהירות שווה, אם הם מתחילים ומסיימים לנוע ביחד. בניסוי אחר שני כלי רכב נעים במקביל שניהם מתחילים באותו זמן אך ממרחק שונה מהיעד המשותף. הכלי הקרוב יותר ליעד מגיע ראשון והילד מסיק מכך שהוא יותר מהיר. השליטה ההדרגתית במשתני הזמן, המרחק והמהירות מעידה על התפתחות החשיבה הלוגית, שבהעדרה אין הילד מסוגל להסיק מסקנות נכונות ולחזות מה צריך לקרות. בהדרגה הוא לומד צירופים שונים של ערכי המשתנים הללו ורק בגיל 11 – 12 מסוגל הבוגר להפנים את הקשר המתמטי בין המשתנים. עד אז המהירות היא תכונת הגוף העובר לפני גוף אחר, כלומר היא יחסית לגוף נע מתחרה ולא למרחק שהגוף עובר. מעניין לציין שהבנת



קיום תכונה של תנועה בלתי תלויה מופיעה רק כשהילד מסוגל להבין מושגי יחס ולבצע פעולת חילוק, המספקים את המודל הפיסיקאלי של מהירות שווה מרחק ביחס ליחידת זמן. הבנה זו כרוכה במקביל בקיום ההפיכות המאפשרת החלפת תפקידו של כל אחד משלושת משתני התנועה. מערכת ההיפוכים ובנייה מנטלית של טבלת צירופים מושלמת מושגת על ידי הבוגר הנבון כשהוא שולט במבנה לוגי פנימי המכונה "קבוצת INRC" (Piaget 1964), שקיומה מופגן מתוך ההתייחסות הבו-זמנית לשינויים בכל הגורמים המעורבים בתהליך הנבחן והמאפשרת זיהוי סתירות בהנחות שונות כשרק החלופה ללא סתירות היא האמת האובייקטיבית.

4. היבטים התפתחותיים וחינוך לבטיחות בדרכים:

המודל של פיאזיה זכה לאישוש בניסויי שדה בהקשר התחבורתי בקרב ילדי הגן ובית הספר היסודי. ניסויים אלו מתוארים יפה על ידי Cross (1988) שבדק איך מושג לקוי של המהירות משפיע לרעה על הבנת המטלה התחבורתית שהילדים מתבקשים לבצע. לדידו, הרכב המהיר הוא זה שמגיע ראשון, ללא התייחסות למרחק שהוא נאלץ לעבור (מירכוז). השקפתם הנאיבית של הילדים באה לכדי ביטוי בהתמקדות בנקודת ההגעה של מכוניות תוך התעלמות מנקודת המוצא. הילדים מתקשים לצפות בו-זמנית בתנועה של מספר גופים הנעים במהירויות שונות. גם Thomson (1996) מדגיש את הצורך בהתאמת מושג המהירות ובתכנון הפעולה הנלמדת להערכתה עם היכולת החשיבתית המוגבלת של הילד בקבוצת הגיל וברמת ההתפתחות שלו. שאלת הבטיחות עולה כל פעם כשהילד המתכוון לחצות עומד מול הצורך בהחלטה חשיבתית – תפיסתית שמשמעותה הערכת סיכון סביר. בהעדר מצב של בטיחות מוחלטת, כלומר כשאין כלי רכב ברחוב, ההחלטה לחצות את הכביש כרוכה בפועל בלקיחת סיכון בו צריך לשקול אם מתקיים פער סביר בין החוצה ובין כלי הרכב המאיים. זהו פער הזמן המאפשר הגעה לצד השני של הרחוב לפני הגעת כלי הרכב או בצורה יותר מסובכת, פער המאפשר חציית צומת על ידי רוכב אופניים. ביצוע תקין של מטלה זו מחייב שימוש בכלים בינתיים ברמת החשיבה הקונקרטית לפחות, בשעה שחסרונם מתבטא בביצוע לקוי בהיבטים הבאים:

4.1 בדילמה של "רחוק ומהיר מול קרוב ואיטי", חשיבה חד-ממדית מובילה להעדפה של גורם אחד על פני השני. למשל יבחר הילד בגורם הריחוק כדומיננטי ולא להערכת היחס בין מרחק ומהירות בשעה שיחס זה מקיים את שימור הקבוע המופשט של פער הזמן. לעיתים המסקנה הנכונה היא דווקא שהרכב המרוחק מסוכן לא פחות מהרכב הקרוב, דבר לכאורה פרדוקסאלי בעיני הילד, אך כשמסתמנת הבנת שימור קביעותו של פער הזמן יכול הפסיכולוג לזהות כאן את ניצני מושג הסיכון ההסתברותי. עד אז מושג המהירות מובן רק כתנועה יחסית לרכב אחר, ולא כבעלת ערכים מוחלטים. זיהוי יעיל יותר של הסיכון מרכב מתקרב צריך להילמד במונחים של פער זמן ולא של הערכת המהירות.

4.2 תפיסה אגוצנטרית מובילה להערכה מוטעית של מה שרואה ה"שחקן" האחר. זו התחושה של "אם אני רואה אותו, אז בודאי הוא רואה אותי", שבמצב קיצוני גוררת הבנה חלקית מאוד



של מטרת הנהג מול הולך הרגל שביצועיהם התחבורתיים כה שונים. Muttart (2000) מזכיר שמגבלה זו מתבטאת במיוחד בלילה, כשהולך הרגל הצעיר רואה היטב את הרכב המגיה אך מניח בטעות שהנהג רואה אותו בצורה זהה.

4.3 ראיית המרחק בפרספקטיבה, שבמהותה היא הפיכת גודל זוויתי של העצם הנראה בעין למרחק (סובייקטיבי). "קטן" משמעותו "רחוק" ו"גדול" משמעותו "קרוב", אך משאית גדולה יכולה להיות רחוקה ואופנוע קטן יכול היות קרוב ומסוכן. מכאן הצורך בניית חשיבתי ובהבנת אי התלות של הגורמים "גודל" ו"מרחק".

4.4 חשיבה מאגית : הילד נוטה להאמין בשלמות עולם המבוגרים שיודעים כנראה מה הם עושים אפילו אם הילד לא מבין אותם. "תבין שתהיה גדול", אך הנהגים רחוקים מלהיות מושלמים. תרגולת בבית הספר שמה דגש על הצורך בחצייה במעבר, כאילו מדובר במקום מוגן. ההדרכה מעודדת אמון-יתר ביעילות המעבר ונטייה לחשוב שהוא אכן "מגן" על החוצה. האמת התחבורתית מסובכת יותר כיון שיעילות המעבר תלויה ביכולתו לנקז את תנועת ההולכים. זהו המקום בו גדלה הסבירות לנוכחות מוגברת של הולכי רגל והנוכחות האפקטיבית שלהם היא זו שתורמת לבטיחותו של כל אחד מהחוצים. החצייה המשותפת בטוחה יותר מחציית יחיד כיון שכך בולטות החוצים יותר גדולה וגדול יותר כוחם של החוצים "לשלוט" על אזור החצייה. היבט זה שגם מבוגרים לא כל כך מבינים עוד יותר מסתורי לילד לפני שלב החשיבה הפורמאלית כשהמעבר יוצר אצלו אשליית בטיחות, כמו שהאור הירוק ברמזור מסמל לכאורה שאפשר לחצות בבטחה.

5. ממצאי מחקרים על ביצוע מטלות רחוב :

המחקר המקיף הראשון על התנהגות ילדים ברחוב בוצע בשוודיה על ידי Sandels (1975), ובו הודגש הקושי שלהם לעמוד בדרישות התחבורה. נמצא שהמערכת הציבורית מטילה למעשה את האחריות על ילדים בגיל הגן ובית הספר היסודי כשהנטייה של הבוגרים היא לראות בתאונות ילדים תוצאה של "זינוק לכביש" המבוצע על ידי הילד, במקום "זינוק של המכונית" הפוגעת בחוצה. בעקבות מחקר זה הועלתה השאלה המעשית של הכשרת ילדים למציאות התחבורתית בהתאם ליכולתם לאחר שהוכח עד כמה חסרת תועלת ההדרכה מחוץ למדרכה ולכביש. ממצא חשוב נוסף שהעלה המחקר הוא הצורך של הילד להבין מדוע הוא חייב לפעול בצורה הנלמדת ושאינן הוא יכול להסתפק רק בהסבר "איך" עושים נכון.

בעקבות ניתוח מגבלות הילד בהבנת הסיכון בחצייה, פותחו תרגילי רחוב על ידי Cross (1988) שמטרתם ניטרול החשיבה המאגית המדרבנת התפרצות לכביש. Van Schagen (1988) הציעה במסגרת רעיונית דומה תרגילים לגילאי 7 להערכת פערי זמן מספיקים לחצייה : הילדים מתאמנים ברחוב בעזרת מכשור המודד את הפער עם רכב מתקרב ולומדים להעריך פער מיטבי של 7 שניות, כשהמכשיר מודיע להם מתי הפער קצר מדי. יש לציין שמבחינה תחבורתית, קביעת פער זמן סביר היא יותר רלוונטית מאשר הערכת מרחק או מהירות : אלו אינם מאפשרים לכשעצמם החלטת ביצוע חצייה.

בתחום לימוד מיומנויות הרכיבה על אופניים הושקעו מאמצים מרובים בהולנד, בה כמעט כל ילד מעל לגיל 5 משתמש באופניים אך ברמת סיכון לא מבוטלת, במיוחד אצל ילדים בגילאי בית הספר



היסודי. במטרה לשפר את המיומנויות החשיבתיות של יישום כללי מעבר ומתן זכות קדימה, בהן הילדים מתקשים יותר מאשר ברכישת המיומנויות הפסיכו-פיסיות של הרכיבה, נבדקו שתי שיטות הדרכה (Van Schagen 1994). המחקר התבצע במגרש הדרכה עם 49 ילדים בני 8-9, לאחר מתן הסברים והמחשות של מטלות הרכיבה. במגרש קיימת תשתית המדמינת צמתים והרוכבים הצעירים מבצעים את מטלות המפגש עם מכונית, עם הולך רגל או עם רוכב אופניים נוסף. התוצאות היו די מאכזבות: בשתי השיטות, אחת המבוססת על מתן דוגמא והשנייה הבנויה על מתן כללים והסברים לביצועם בעזרת שקופיות, הילדים הצליחו לרכוש במידה מסוימת ידע הצהרתי לגבי כללי המעבר, אך יכולתם ליישם את הכללים במצבי רכיבה נשאר נמוכה. גם במפגשים מוגנים במגרש, רק כמחציתם ידעו לבדוק את השטח מכל הצדדים ולא רק מכיוון הרכב המאיים עליהם. הילדים נטו לתת זכות קדימה עם פערי מעבר מופרזים, אך התקשו להבין מתי הם יכולים לעבור לפני הרכב המתחרה. ההחלטות היו נכונות רק במחצית התרגילים, דבר הרומז על אקראיות בהחלטות, יותר מאשר על גישה שיטתית ובשליש מהתרגילים, הילדים לא נתנו זכות קדימה כראוי. כיון שהניסוי בוצע בתנאים מקילים של מגרש הדרכה, סביר להניח שרמת הביצוע בכביש תהיה נמוכה יותר. שתי שיטות ההדרכה השיגו שיפורים במונחים של האטה לפני צומת, סימון כוונות על ידי הנפת יד, והתבוננות מרובה יותר בכלי הרכב או בהולך הרגל, כלומר בביצוע כללי בטיחות בסיסיים. אך הקושי העיקרי טמון בביצוע מטלות מסובכות יותר של הערכת מצב והבחירה בין "עצור" לבין "עבור". נצפה במהלך הניסוי שלעיתים קרובות הילדים מהססים לקבל החלטה בעת מפגש עם המשתמש בדרך האחר. הם נראים כאילו הם מחכים להחלטת המתחרה ולא מבצעים את כלל החצייה הנדרש למרות שהרכב או הרוכב המשחקים את תפקיד המתחרה נעים במהירות נמוכה.

השלמה לממצאים אלו טמונה במחקרו של Thomson (1993) שבדק את יכולתם של בני 5 – 7, הנמצאים לפי המודל של פיאז'ה בשלב החשיבה הקונקרטי, להגדיר את הדרך הבטוחה ביותר לבית הספר. נמצא שאכן מסוגלים הילדים בגיל זה לזהות את הסיכונים בדרך המוכרת להם. אך הדרך הבטוחה היא קודם כל מבחינתם, הקצרה ביותר, עם הנטייה לבנות מסלול רווי חציות באלכסון. הילדים הפנימו כהלכה את הכלל "חפש את המכונית בטרם תעבור" אך יישומו בצורה גורפת מדרבנת המתנה מיותרת גם כשהרכב הנצפה נע בכיוון שאיננו מסכן את החוצה. חוסר גמישות חשיבתית זו מוביל למסקנה לא רצויה שעדיף לחצות כשלא רואים את המכוניות בשעה שהנקודה הקריטית היא שקביעת מקום החצייה תלויה בטופוגרפיה המספקת את שדה הראייה הרחב ביותר. דווקא אתרים גרועים מבחינה זו זוכים להעדפה על ידי ילדים מפני ששם לא רואים מכוניות (כלומר הם לא חשים באיום!). בניגוד לממצא בעייתי זה, הראה החוקר שאותם ילדים מסוגלים ללמוד בצורה יעילה איך לבחור את דרכם, כשהתרגיל מבוצע במקום מוכר. כלומר, שלב החשיבה הקונקרטי אכן מאפשר השגת פתרונות קונקרטיים, עם יכולת פחותה להכללה.

פיתוח מיומנויות רחוב חייב לכלול תרגול יחידני ולא רק הדגמות שרק חלק קטן מהילדים זוכה לבצע בפועל. הילד לומד יחסית מהר לבצע את שלב "הבטי" בטרם תעבור, אך מתקשה בהפנמת שלב "ראה" בטרם תעבור כשהתרגול נעשית בעיקר ברמת הלמידה המילולית.



הערכת סיכונים בשלב החשיבה הקונקרטית, בגיל 7 – 11, והיכולת לחיזוי המתרחש בעתיד המידי נשאות מוגבלות למדי. Clayton (1995) מציג בפני ילדים דילמות תחבורתיות בהקשר להליכה לבית הספר ומעלה שתי נקודות חשובות:

* רמת הסיכון בכביש מוערכת על פי נפת התנועה. כביש סואן הוא כביש מסוכן, אך אין התייחסות לכביש שקט עם רכב מהיר בודד או לכביש ראשי המאובזר היטב באמצעי חציה.

* הילדים הצעירים סומכים על חכמת המבוגר ועל האמצעים ההנדסיים (מעבר חציה, רמזור) בשעה שהילדים המבוגרים בקבוצה מפגינים יותר תחושת אחריות אישית.

תצפיות על התנהגות רחוב של ילדים בני 5 – 6 מעלות ספקות לגבי יכולתם הבטיחותית בחציית צומת "קמץ". Zeedyk (2002) מראה שבמדגם הנצפים כ – 60% לא עוצרים לפני החציה, ו – 41% בלבד מבצעים סקירת רחוב וזאת למרות שהילדים עברו הדרכה בבית ספרם בנושא הבטיחות ברחוב. עם זאת, נמצאו הבדלים חדים בין ילדים בגיל זהה, אך כנראה בשלב התפתחותי גבוה יותר. גם ניסויי שדה מבוקרים שנעשו על ידי Connelly (1998) עם ילדים בשלוש קבוצות גיל (בני 5-6, 8-9, 11-12), חשפו את כושרם המוגבל להערכת פער סביר לחציה ובעיקר, את התלות המכריעה בגורם המרחק בהחלטה לחצות, ללא התייחסות למהירות כלי הרכב הנצפים. החוקרת מדגישה עם זאת שבניגוד למודל הבשלות ההדרגתי של פיאז'ה, הצעירים יותר מפגינים לעיתים שמרנות יחסית בקביעת הפער ואין בממצאים שיפור הדרגתי לינארי עם הגיל. לפי O'Reilly (1997) בני 5 – 7 מסוגלים להרוויח מתרגולת של התמקדות הקשב בתופעה החשובה שיש לצפות בה אך הם מתקשים לשפר את יכולתם ב"דילוג" (switching) בין מטלות מתחרות הצורכות קשב, תוך כדי שמירת רמת הביצוע הנאותה.

גם בני 5 – 6 יכולים לשפר את יכולתם התחבורתית, אפילו בהעדר חשיבה קונקרטית מיוצבת. מעבר לדיון התיאורטי של בשלות פנימית מול סביבה משפיעה על התפתחות החשיבה, מקובל להניח שתרגולת מזרזת הגעה לשלב יותר מתקדם ברמת הביצוע ולפתרון של בעיות תפיסתיות מעשיות על ידי זיהוי מוגבר של רמזים מהסביבה. תוצאות מעודדות של תרגול במסגרת פעילות קהילתית מוצגות על ידי Thomson (1998) כשהמתרגל הוא הורה מתנדב שקיבל הנחייה והפועל על קבוצה קטנה (2 – 3) של ילדים. בפרוייקט ניסויי בסקוטלנד, השתתפו 600 ילדים. הורים קבלו הכשרה בת חצי יום לכל אחד מהנושאים הבאים: זיהוי מקומות מסוכנים לחציה, ביצוע חציה בין כלי רכב חונים וחציית צומת. המחקר לווה על ידי אוניברסיטת גלאסגו ונמצא שרמת הביצוע של הילדים המודרכים השתפרה גם כשההדרכה ניתנת על ידי מתנדבים.

פיתוח יכולת הערכות פער בין הילד בתנועה וכלי הרכב, תוך כדי מתן דגש להיבטים של שיתוף פעולה הוצע על ידי Merand (1989) בעזרת תרגולת משחקי כדור קבוצתיים כמסגרת הדרכתית לתנועה ברחוב ולרכישת מיומנויות להערכת הסיכון להיפגע מרכב מרוחק אך בתנועה מהירה.



העברת הכדור בין שחקנים בתנועה מפתחת לדעת החוקר כישורים תפיסתיים וחשיבתיים מתאימים שבעזרתם לומד המבצע הערכת פערים, דבר המהווה בסיס לתהליך קבלת החלטות נכונה במציאות התחבורתית: יש בפגיעת כדור מעין הדמיה של ההתנגשות בגוף הנע במהירות הרבה יותר גבוהה ממהירותו של השחקן כך שזהו אירוע שניתן לנצל להמחשת סיכוני רחוב ובמיוחד את תופעת ה"יירוט" במפגש בין מסלולי התנועה של החוצה ושל המכונית.

6. ההתפתחות הבינתית של הילד והכשרתו להליכה בטוחה:

מחקרים בתחום ההתפתחות הבינתית (שכלית) של ילדים ורכישת היכולות הנחוצות להתנהגות בטוחה ברחוב מצביעים על היווצרות הדרגתית של מודעות לסיכון ורכישה איטית של אמצעי חשיבה ותובנה הנחוצים להימנעות מתאונה.

מחקר על ילדים בגילאי 5-15 באוניברסיטת Sussex הראה תהליך מעניין של הבנת האחריות של המשתמש בדרך. בני חמש מפגינים חוסר ידע וחוסר הבנת תהליך התאונה ומאמינים שחובת המשתמש בדרך היא לא לגרום לנזק כשגורם הנזק הוא האחראי בכל מקרה. המבוגרים יותר מבינים שיש להימנע מטעויות והאחריות מוטלת על מי שעושה טעויות, בין שנגרמו נזקים או לא. בצורה זו רוכש הצעיר עם הזמן תחושה יותר עמוקה של אחריות אישית למה שיכול לקרות בכביש. לא מדובר רק בתהליך בשלות פנימי התלוי בגיל בלבד, וניסויים שבוצעו במספר מכוני מחקר הראו אפשרות להקדים את המודעות לסיכון ולאחריות האישית בקרב ילדים בעזרת תרגולת המתואמת לרמתם. במסגרת זו נבדקו מאפייני הסריקה הראייתית של ילדים ברחוב. אכן, נמצא שוב שהקטנים, בני 5-7, נכשלים בהפרדה בין סימנים בעלי משמעות ובין מידע שאיננו רלוונטי למצב, במיוחד בתחום השמיעה (זיהוי רעשים). הם מתקשים בקביעת הסיכון המיידית בשלבי חציית רחוב תוך כדי פיזור הקשב שלהם על מגוון אירועים.

נמצא שכדי להפנים כללי בטיחות מעשיים, רצוי להשתמש בשיטות הוראה הנמנעות מהצגה פרונטאלית של מידע ולהיעזר בטכניקה של דיוני קבוצה לאחר תרגולת בעזרת אמצעי המחשה לרבות הדמיות מחשב.

המגבלות העיקריות בקרב ילדים עד גיל 12-11 מתמקדות בתחום הראייה והקשב:

א. קושי לפצל את הקשב וברכיבה למשל, הילד מתמקד בתמרון או המאמץ להפעיל את הדוושות אך ללא השגחת הנעשה בכביש. רכיבה מהווה יותר משחק מאשר אמצעי תחבורה.

ב. קושי להתנתק מאוירת המשחק

ג. נטייה ל"מרכז" (נקודת מבט אנוכית)

ד. אמון נאיבי בסדר הציבורי וביעילות עולם המבוגרים, המוביל בין היתר להאשמה עצמית מפני ש"מבוגרים יודעים יותר טוב".

הדילמה העומדת בפני האחראים לבטיחות היא ששיפור מאזן התאונות מחייב הגדלת העצמאות של הילדים. הורים רבים נוטים לצמצם את הניידות העצמית של ילדיהם (הליכה ורכיבה) לטובת ההובלה במכונית המשפחתית כאמצעי להפחתת הסיכון בכביש. התוצאה היא שהיום ילדים משחקים פחות ברחוב ומורשים פחות להגיע באופן חופשי ליעדים מקובלים כמו מגרשי משחקים, מופעים וכדומה.

יש לציין ששיפור התנהגותי מאולץ ללא מודעות מספקת עלול לגרור תהליך "פיצוי" כמו שנמצא על ידי Morrongiello (2007) בתצפיות מבוקרות על ילדים בני 7-12 במגרש משחקים: אלו



שצוידו בלבוש מגן (קסדה ומגיני מרפק), נטו ללקיחת סיכונים מוגברת לעומת אלו ששיחקו בלי מיגון.

באוניברסיטת Warwick העלה מחקר על זיהוי סיכונים בקרב בני 4-10, שגם הילדים הצעירים ביותר, למרות פגמים מהותיים בחלוקת הקשב ובכישוריהם ההתנהגותיים, מסוגלים להבין כיצד מתפתח תהליך התאונה ושהנקודה המרכזית בהתנהגות בטיחותית היא הקושי, גם למבוגרים יותר, לזהות מתי ואיכן להשתמש בידע שהם הצליחו לרכוש וללמוד, ושאותו הם צריכים ליישם כדי לענות לשאלה "איך לעשות".

באוניברסיטת Sussex הראה מחקר על ילדים בגילאי 5-15 תהליך מעניין של הבנת האחריות של המשתמש בדרך ועל היווצרות הדרגתית של מודעות לסיכון ורכישה איטית של אמצעי חשיבה ותובנה הנחוצים להימנעות מתאונה (Chapman 1998). בני חמש מפגינים חוסר ידע וחוסר הבנת תהליך התאונה ומאמינים שחובת המשתמש בדרך היא לא לגרום לנזק כשגורם הנזק הוא האחראי בכל מקרה. המבוגרים יותר מבינים שיש להימנע מטעויות והאחריות מוטלת על מי שעושה טעויות, בין שנגרמו נזקים או לא. בצורה זו רוכש הצעיר עם הזמן תחושה יותר עמוקה של אחריות אישית למה שיכול לקרות בכביש. לא מדובר רק בתהליך בשלות פנימי התלוי בגיל בלבד, וניסויים שבוצעו במספר מכוני מחקר הראו אפשרות להקדים את המודעות לסיכון ולאחריות האישית בקרב ילדים בעזרת תרגולת המתואמת לרמתם. נקודה בסיסית שנבדקה במסגרת זו היתה צורת החיפוש הראייתי של ילדים ברחוב. אכן, נמצא שוב שהקטנים, בני 5-7, נכשלים בהפרדה בין סימנים בעלי משמעות ובין מידע שאיננו רלוונטי למצב, במיוחד בתחום השמיעה (זיהוי רעשים). הם מתקשים בקביעת הסיכון המיידי בשלבי חציית רחוב תוך כדי פיזור הקשב שלהם על מגוון אירועים.

נמצא שכדי להפנים כללי בטיחות מעשיים, רצוי להשתמש בשיטות הוראה הנמנעות מהצגה פרונטאלית של מידע ולהיעזר בטכניקה של דיוני קבוצה לאחר תרגולת בעזרת אמצעי המחשה לרבות הדמיות מחשב.

באוניברסיטת Warwick העלה מחקר על זיהוי סיכונים בקרב בני 4-10, שגם הילדים הצעירים ביותר, למרות פגמים מהותיים בחלוקת הקשב ובכישוריהם ההתנהגותיים, מסוגלים להבין כיצד מתפתח תהליך התאונה ושהנקודה המרכזית בהתנהגות בטיחותית היא הקושי, גם למבוגרים יותר, לזהות מתי ואיכן להשתמש בידע שהם הצליחו לרכוש וללמוד, ושאותו הם צריכים ליישם כדי לענות לשאלה "איך לעשות".

מול הגישה הדוגלת באמצעי ההדרכה, עומדת הגישה המעדיפה את ההסברה בעזרת אמצעי תקשורת, ובמיוחד חביבה הטלוויזיה על המסבירים כאשר יעילותה ידועה בהעברת מסרים לציבור הצעיר. השוואת דמויות ראויות לחיקוי העלתה (Rothengatter1981, Preusser 1987) שדמות ילד בגיל הרלוונטי עדיפה על דמות ליצן במידה שהיא מעודדת הזדהות, ושהסברה ממוקדת, למשל בנושא ההתפרצויות לכביש, משיגה תועלת אפילו במונחים של מעורבות פחותה בתאונות ולא רק ברמת ההצהרות והעמדות. עם זאת, אין כיום הערכות המשוות גישות אלו, מה גם שההבדלים בין הדרכה להסברה אינם חד-משמעיים, במיוחד לגבי הגיל הרך.



7. התפיסה המרחבית של ילדים:

חציית רחוב מהווה מטלה פסיכו-פיסיוולוגית מורכבת בגבולות היכולת התפיסתית והחשיבתית של ילדים מתחת לגיל 10. כדי להצליח בביצוע המטלה, צריך לדעת קודם כל למצוא את המקום המתאים לחצייה, לבצע סריקה לצדדים כדי לזהות כלי רכב מתקרבים, להעריך מרחקים וזמני הגעה ולקבוע אם יש לחוצה מספיק זמן לחצות לפני הגעת כלי הרכב למקום החצייה. תוך כדי חצייה, חייב החוצה להמשיך ולעקוב אחרי התנועה ולהתייחס לשינויים המחייבים תאוצה או תאוטה או אפילו שינוי כיוון תנועה. החלק הבעייתי ביותר במטלת החצייה טמון בהיבטים התפיסתיים וביכולת השיפוט של החוצה לגבי המתרחש במרחב התחבורתי הקרוב. לא פלא שביצוע המטלה נחשל בהרבה מקרים ושילדים רבים, במיוחד בשנות בית הספר הראשונות, הם קורבנות לתאונת חצייה. בבריטניה בשנת 2000 למשל, למעלה ממאה ילדים מתחת לגיל 15 נהרגו וכ- 3000 נפצעו פציעה קשה בתאונת הולך רגל.

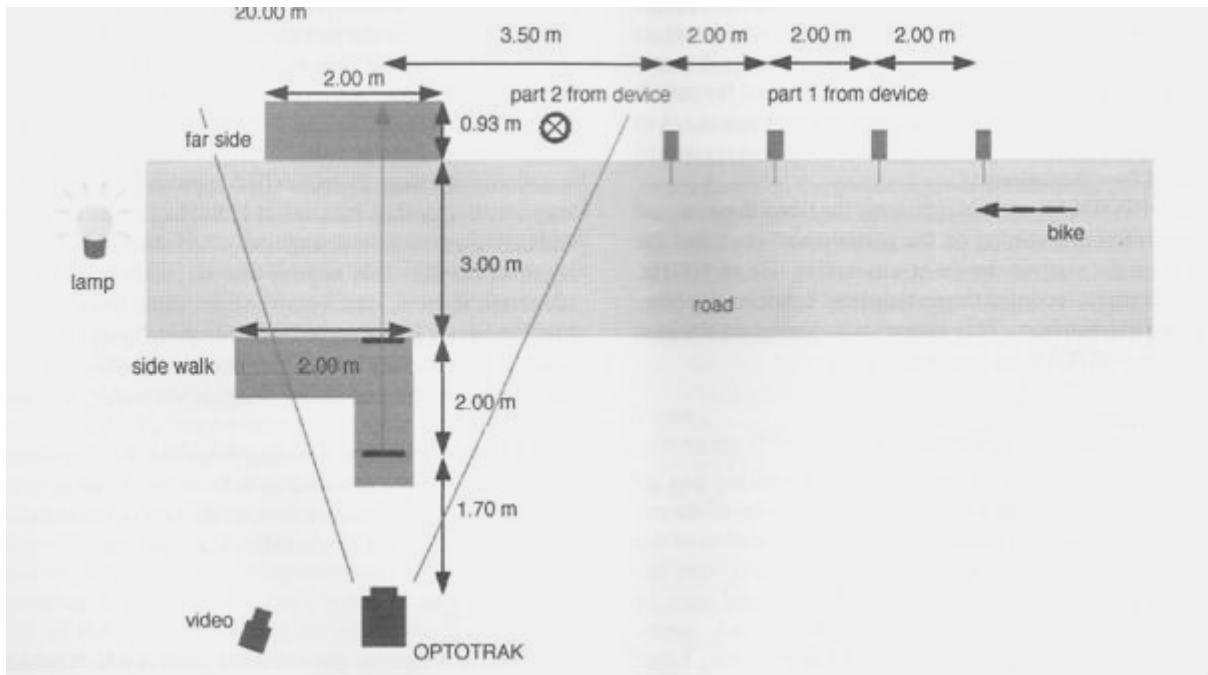
בשנים האחרונות בוצעו מספר מחקרי הדמיה של חציית רחוב על ידי ילדים. מסיבות מובנות, קשה לבדוק תהליכי חצייה בצורה שיטתית ברחוב עצמו ולפיכך מנסים החוקרים להתמקד בהיבטים תפיסתיים שאפשר לבחון בצורה תקפה יחסית גם בסביבה מלאכותית. במחקרים אלו נבחנו הילדים על סמך שיפוט מילולי (לחצות או לא) מול רכב מתקרב אמיתי או הנצפה בסרט. נמצא למשל שילדים בני 9 – 6 מסוגלים להעריך אם יש להם פער זמן מספיק לחצייה מול רכב מתקרב במהירות עד 60 קמ"ש, אך במהירויות יותר גבוהות שיפוטם מתערער ורק ילדים בגיל 11 – 12 מסוגלים לבצע שיפוט תקין. במחקר אחר, הוצבו ילדים ליד כביש אמיתי עם תנועה אמיתית אך התבקשו לבצע חצייה על מסלול מקביל לכביש עצמו. נמצא שהקטנים יותר (בני 5 – 6) החמיצו הזדמנויות לחצייה בטוחה יותר מהבוגרים.

כדי לחקור את תהליך השיפוט התפיסתי של ילדים ומבוגרים בעת חציית רחוב מציאותית אך נטולת סיכונים לנבדקים, תוכנן מחקר הדמיה חצייה על מסלול מוגן אך עם בעל מידות מציאותיות ושעליו נע זוג אופניים המסמל את הרכב שמולו מבצע הולך הרגל את מטלת החצייה. המחקר נעשה בבריטניה על ידי Te Velde (2005) בשלב ראשון מתבקשים הנבדקים לתת הערכה מילולית לגבי יכולתם לחצות את הכביש, ובשלב אחר הם מתבקשים להחליט לחצות או לחכות מול הרכב המתקרב כשבניסוי זמן ההגעה נקבע באופן שיטתי על ידי החוקרים כשהרכב מזנק מנקודת התחלה במרחקים שונים. בניסוי השתתפו 10 צעירים בשנות ה-20, 10 ילדים בגיל 10 - 12 ו- 8 ילדים בגיל 5 - 7.

בכל שלב של הניסוי, האופניים הופעלו 16 פעמים מארבעה מרחקי זינוק שונים: 2.3 מ', 4.3 מ', 6.3 מ', 8.3 מ'. האופניים נעו במהירות של 0.9 מ' \ ש' ו- 1.3 מ' \ ש' מול הילדים ובמהירות 1.3 מ' \ ש' ו- 1.8 מ' \ ש' מול המבוגרים.

מסלול הניסוי מורכב מקטע באורך 20 מ' וברוחב 3 מ'. הילדים עומדים על "מדרכה" ומשקיפים על זוג האופניים שמגיע מצד ימין. כלי הרכב מופעל על ידי כבל ונמשך בעזרת מנוע חשמלי כך שמהירות הרכב בשליטת החוקים עד ל- 1.8 מ' \ ש'. מערכת מעקב אחרי החוצה (מסוג optotrak camera) רושמת את המיקום התלת ממדי של החוצה וכל התהליך מצולם במצלמת וידאו, כמוצג באיור שלהלן.





איור 21. מבנה המסלול ההדמייה לבחינת תהליכי חצייה בתנאי תנועה אמיתית אך נטולי סיכון. הנבדקים מתחילים את החצייה מהמשטח על יד מצלמות המעקב בתחתית האזור ונעים לכיוון הנגדי בחלקו העליון (מקור: Te Velde 2005).

ניתוח השיפוט המילולי התבסס על קביעת טיב החלטה כאשר הפער בין זמן ההגעה של הרכב נמצא קצר יותר מאשר זמן החצייה הממוצע של הנבדק (שגיאה של נטילת סיכון) או כאשר הנבדק החליט שלא לחצות למרות שזמן המעבר שלו היה גדול מזמן ההגעה של האופניים (החמצת הזדמנות).

תוצאות המחקר מצביעות על פער בין השיפוט המילוי המגדיר כוונות לחצות לעומת חצייה בפועל. בטבלה שלהלן מוצגים שיעורי החצייה בשיפוט הראשון, בשלב שני בו בוצעה החצייה ובשלב אחרון בו התבקשו שוב הנבדקים להביע שיפוט מילוי על כוונותיהם לחצות:

שלב	שיעור החלטות לחצות	שיעור החלטות לא בטוחות	שיעור החמצה
שיפוט מילולי ראשון	62.3%	17.2%	17.3%
חצייה בפועל	56.5%	7.3%	12.8%
שיפוט מילולי שני	66.8%	17.3%	11.5%

טבלה 27. שיעורי החלטה לחצות בשלבים שונים

מעניין לציין שהפעולות האמיתיות נעשות ביעילות גדולה יותר מאשר השיפוט המילולי הן מבחינת מספר האפשרויות לחצות שהוחמצו והן מבחינת ההחלטות לחצות בתנאי בטיחות ירודים. יש גם לציין שלאחר החצייה בפועל, רמת השיפוט המילולי לא השתפרה מבחינת זיהוי מצבי סיכון אך הנבדקים שיפרו את יכולתם לזהות הזדמנויות נכונות לחצות. ממצא נוסף מתייחס להבדלים בין שלושת קבוצות הגיל:

קבוצה	שיעור חצייה	שיעור חצייה לא בטוחה	שיעור החמצה
מבוגרים	56.3%	11.7%	6.3%
בני 10 – 12	60%	5%	12%
בני 5 - 7	52.3%	4.8%	20.6%

טבלה 28. שיעורי חצייה לפי גיל

המבוגרים נוטלים יותר סיכונים אך במקביל, יודעים גם יותר טוב לנצל הזדמנויות. שתי קבוצות הילדים מציגות רמת ביצוע דומה בנושא החצייה הלא בטוחה, כלומר כשהם חוצים מול הרכב המאיים בפער זמן קצר מזמן החצייה הממוצע שלהם. לעומת זאת, השפעת הגיל מתבטאת בהקטנת שיעור ההחמצה אצל הילדים הבוגרים ביחס לילדים היותר צעירים.

הילדים הקטנים נוהגים יותר מהמבוגרים, כמו שהדבר נמצא במחקרים קודמים, אך ממצא פחות צפוי הוא שהנתונים רומזים על שימוש בו-זמני של הערכת מרחק ומהירות ההתקרבות של האופניים גם אצל הילדים הצעירים ולא רק בקרב בוגרים. ממצא זה מנוגד לדעה הרווחת בנושא זה ולפיה הקטנים אינם מסוגלים להעריך מהירות ומסתפקים בהחלטת חצייה על פי שיפוט חד ממדי של המרחק. גם במחקר הנוכחי אין אומדן ברור של משקל הרצייה החברתית של ילדים קטנים הפועלים תחת תצפית של מבוגרים, בהשוואה לנבדקים מבוגרים יותר. גורם זה עלול לשפר בצורה מלאכותית את הביצועים של הילדים היותר צעירים במיוחד על ידי הנטייה לוותר על הזדמנויות גבוליות, ושאלת מידת תקפות הממצאים למצב התנהגות אמיתית ברחוב לא מקבלת מענה מושלם. אמנם הנתונים מקבילים לממצאי תצפיות רחוב בהיבטים כמו זמני המתנה על המדרכה (ארוכים יחסית לזמני המתנה של המבוגרים).

מגבלה נוספת של המחקר טמונה בהפעלת הרכב המאיים, דהיינו האופניים ללא רוכב, שאינם מייצגים בצורה מדויקת איום תחבורתי אמיתי, מה גם שמסיבות של בטיחות, הוא הופעל בתחום מהירויות מאוד נמוך, עד 1.8 מ' \ ש' כלומר 6.5 קמ"ש. זוהי מהירות מאוד לא מייצגת של כלי רכב עירוניים...

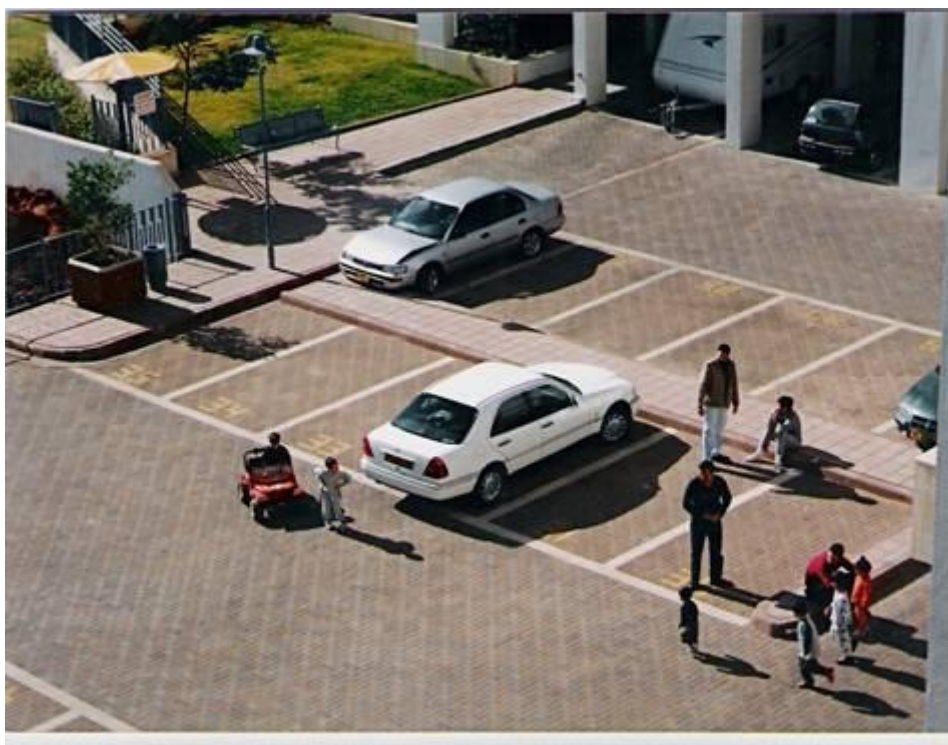
המסקנה החשובה ביותר שאפשר להסיק מהמחקר, למרות הבעיות המתודולוגיות הלא פתורות, היא שילדים בגיל בית הספר היסודי מסוגלים לבצע שיפוט תפיסתי מורכב, על סמך הערכות של מרחק ושל זמן, בניגוד למה שהיה מקובל לחשוב עד כה, ואפילו הראו יכולת להתאמת השיפוט



בעת החצייה לתנאים משתנים. יש אם לחקור עכשיו אם יכולת זו מתממשת גם בתנאי חצייה אחרים, ובמיוחד מול כלי רכב המתקרבים למקום החצייה במהירות הרבה יותר גבוהה. אם אכן נשארת יכולת זו גם במצבים אלו, נפתחת פה אפשרות לבניית מערכי הדרכה יותר מורכבים ממה שנעשה היום למען ילדים מתחת לגיל 10.

8. הדרכת ילדים ובני נוער לפעילות בטיחותית:

לחינוך לבטיחות, המתמקד בהליכה ובחציית רחוב בקרב ילדים, יש חשיבות מיוחדת בהיותו המאמץ היחיד של המערכת הציבורית למניעת תאונות בשכבת הגיל הצעיר, שהאכיפה המשטרתית לא יכולה להשפיע עליה, כמו שהיא עושה לאנשים בוגרים ואחראיים למעשיהם. לימוד ילדים להתנהג בצורה בטיחותית ברחוב ניתן ליישום, בהתאם למגבלות הגיל, אך תנאי הכרחי להצלחתו טמון במודעות ההורים למצבי סיכון. כנראה בתמונה שלהלן, יש הורים שרואים במגרש חנייה מקום לגיטימי למשחקי ילדים: גם הורים אלו זקוקים להדרכה ולעיתים דווקא הילדים הנחשפים לפעולות חינוכיות בתחום זה, יכולים לשמש כסוכני השפעה יעילים על ההורים השאננים.



איור 22. בהיעדר תשתית עירונית מתאימה, החניון עלול לשמש כמגרש משחקים

בנוסף לידע העיוני שהילדים מקבלים מסגרות חינוכיות, יש לציין את מקומה של פעילות משמרות הזה"ב בזמני כניסה ויציאה של ילדי בתי הספר היסודיים. לפעילות זו ערך חינוכי רב, אך הפעלת ילדים בני 11 – 12 בניהול תנועה מעלה שאלות אתיות וחוקיות, והיא דורשת תמיכה של בוגרים ואנשי מקצוע. אם כי אין ספק לערך החינוכי שלה, חסר אומדן כמותי לתרומת המשמרות לבטיחות הילדים. סקרים שנעשו בארץ בשנים האחרונות מעלים שמעברי חצייה בהם עומדות משמרות אלו מציגים רמת סיכון נמוכה לתאונות ילדים בדרכם לבית הספר.



איור 23. משמרת זה"ב בפורטלנד, ארה"ב.

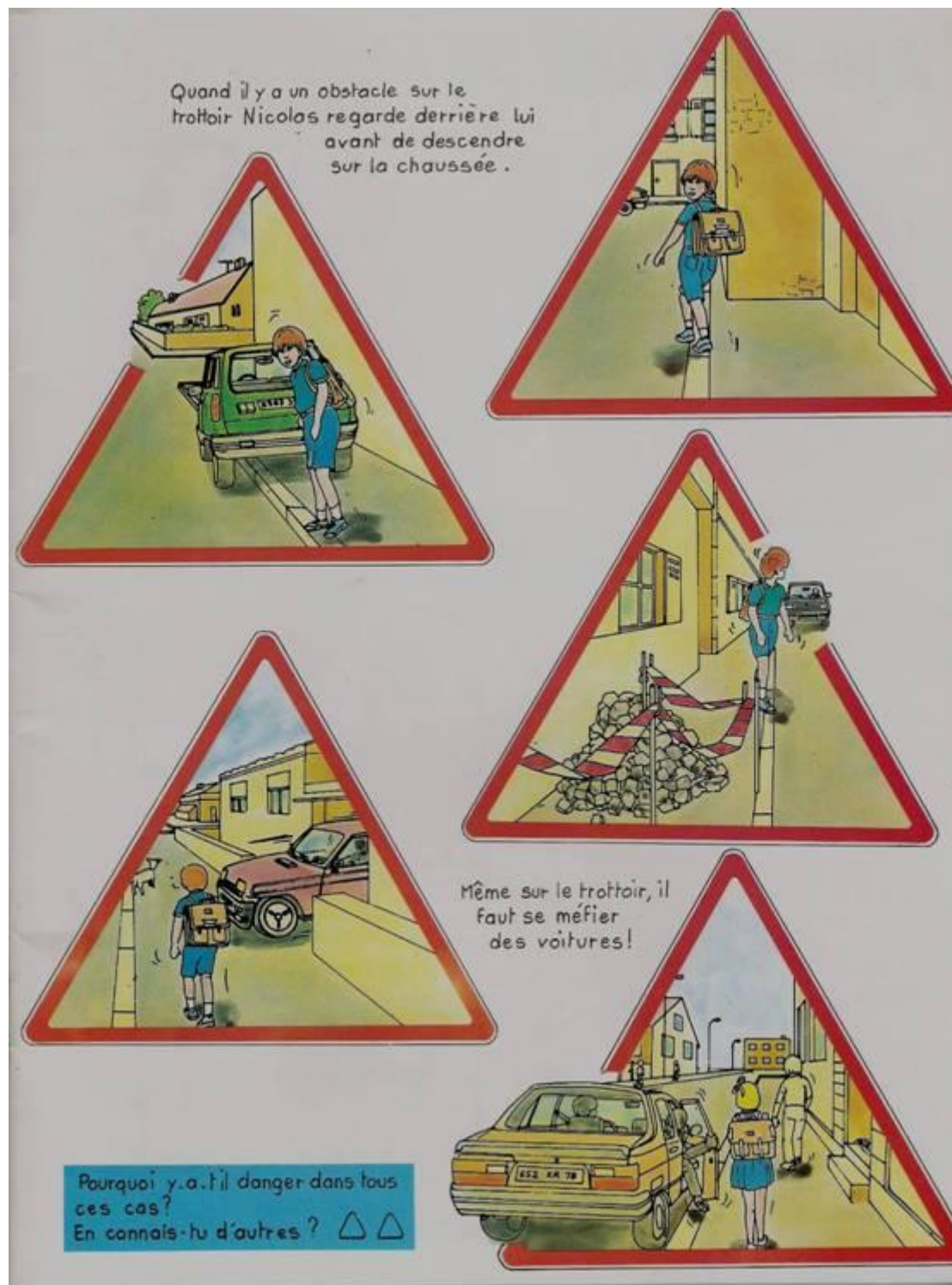
יש המפקפקים ביכולת ילדים לבצע את מטלת המשמרת בצורה תקינה. בדוגמה זו הם מסתכנים על המסעה במקום לעמוד על המדרכה ובמקומות רבים בארה"ב מטלה זו מבוצעת על ידי מתנדבים מבוגרים.



איור 24. משמרת זה"ב בעת חציית ילדים על יד בית ספר בשוהם

כאן, רכב ההסעות חוסם את שדה הראייה לימין של התלמידה המחזיקה במוט (והיא עומדת על הכביש בניגוד להוראות)

הדרכת ילדים ובני נוער להליכה וחצייה נכונה נעזרת באמצעי המחשה מתאימים לגיל המטרה. במיוחד נפוץ השימוש באיורים, המאפשרים הדגשת פרטים רלוונטיים וסילוק פרטים מכבידים, כמו בצילום, כנראה בדוגמה שלהלן, שנלקחה מחוברת הדרכה צרפתית: ההסברים מתמקדים בהתמודדות עם סיכוני רחוב בעת הליכה לבית הספר.



איור 25. הדרכת ילדים בני 8 – 11 לבטיחות (מקור: Codes Rousseau)

האיורים, בגובה עיני ילדים, מלווים בהסברים על הצורך להתכונן להפתעות המסכנות את החולך.

8.1 ההסברה לילדים על סיכוני הרחוב:

הסברה היא כלי חינוכי להעברת ידע ולשינוי עמדות באמצעות מערכות התקשורת ההמוניות. הריחוק מהתלמיד מאפשר למסביר לפנות למספר רב של צופים ומאזינים, על חשבון הקרבה והמשוב האישי, אם כי טכנולוגיות מתקדמות מאפשרות משוב המוני בתמיכת מחשב.

ההסברה מתמקדת בשכנוע יותר מאשר בחינוך ובלמידה.

כאשר קהל היעד מורכב ממבוגרים, עולה שאלת היעילות בשימוש באיום חריף: תמונת פצועים מדממים, גופות מרוטשות, בני משפחה בהיסטריה, מושכת תשומת לב אך יש לה אפקט "בומרנג":

לגבי אוכלוסיית ה"מסתכנים", התנהגות גבולית מתגמלת: ריגוש, דימוי ועונג כמו בצריכת סמים. מחפשי ריגושים (שהם בעיקר צעירים ממין זכר), אינם מתרשמים מהמסר שהשפעתו מרבית רק על המשוכנעים ממילא. לילדים לא מומלץ גם מסיבות פדגוגיות וגם מסיבות אתיות, לעשות שימוש באיום הבוטה ומקובל לבנות את מערכת ההסברה על בסיס איום מרומז ומתון בלבד. אך הצורך בשילוב מנת איום מסוימת במסרי הבטיחות לא מוטל בספק. צורך זה נחוץ להצדקת הפעילות המבוקשת ולהגדרת המגבלות המומלצות והגדרתו מתבססת ברמה התיאורטית, על מודל ניהול האימה והשלכותיו על ההסברה לבטיחות בדרכים:

הנחת היסוד של המודל היא שהאדם מודע להיותו בר-תמותה. גם הילד בגיל הגן איננו מבודד מאירועים טראומטיים ועם כל הרצון של החברה, הורים ומחנכים, לבודד אותו מאיומי הסביבה, אין מנוס מהצבת האיום על שלומותו הפיזית, ומכאן תחושת חרדה ואימה. מול מועקה זו מעמיד האדם, גם בגיל צעיר, מנגנוני הגנה:

- א. הכחשה: הסיכון פחות ממשי ממה שנטען וכך הוא פחות מפחיד: זו תסמונת: "לי זה לא יקרה" הידועה בקרב מעשנים בנוסח: "צ'רצ'יל עישן סיגר כל חייו",
- ב. העצמת הרווח: התועלת שבסיכון (עונג, שליטה, רווח זמן) גדולה מההפסד התיאורטי
- ג. הדחקה: הימנעות מחשיבה על המוות ועל הסיכון להיפגע
- ד. האדרת הסיכון: המסתכן הוא גיבור, הוא "גבר", הוא מנהיג; הסיכון מרגש, מושך, מפתה. הפחדה חמורה נתקלת באי-אמון כיון שהאיום איננו סביר.

ה. אשליית החוסן: המושג מתייחס לעמדה יותר מדי אופטימית של רוב בני האדם לגבי הסיכוי האישי שלהם להיפגע מסיכונים. בתחבורה, עמדה זו מבוססת על הניסיון היום-יומי של הנסיעות השגרתיות ללא הפתעות וכן גם על תחושה מופרזת של יכולת שליטה על הקורה בדרך כשאתה הנהג. בצורה דומה, ההליכה ברחוב נטולה ברוב הזמן, סיכונים מתממשים. פער זה בין סיכון אובייקטיבי ותחושת הסיכון שחש הציבור ידוע מתחומים רבים של תפיסת הסיכון, כמו בתחום הבריאות בו הומחשה לא פעם התופעה שלפיה סיכונים קטנים מאוד מבחינה סטטיסטית (קרינה, מכת ברק, נשיכת נחש ארסי) נתפסים כמאיימים יותר מאשר סיכונים יותר שכיחים אך פחות בולטים. מודל ניהול האימה נבדק בעיקר על בוגרים ומבוגרים וידוע אך מעט על תהליכי עיבוד המידע המאיים אצל ילדים, כך שמערכות ההסברה המיועדות לגילאי 14 ומטה אינן מבוססות על מצע אמפירי מוצק. הדבר בולט בעיצוב כרזות ואמצעי הסברה אחרים, המיועדים לילדים, כאשר החלק החזותי – בידורי הוא הגורם המכריע וכאשר המעצבים באים בעיקר מעולם הפרסומת המסחרית ולעיתים נדירות, מתחומי החינוך והפסיכולוגיה ההתפתחותית. לא מפתיע



בתחום זה, עוד יותר מאשר בתחום המיועד למבוגרים, אין מידע מוצק על יעילות ההסברה בקרב אלו שנחשפו אליה.



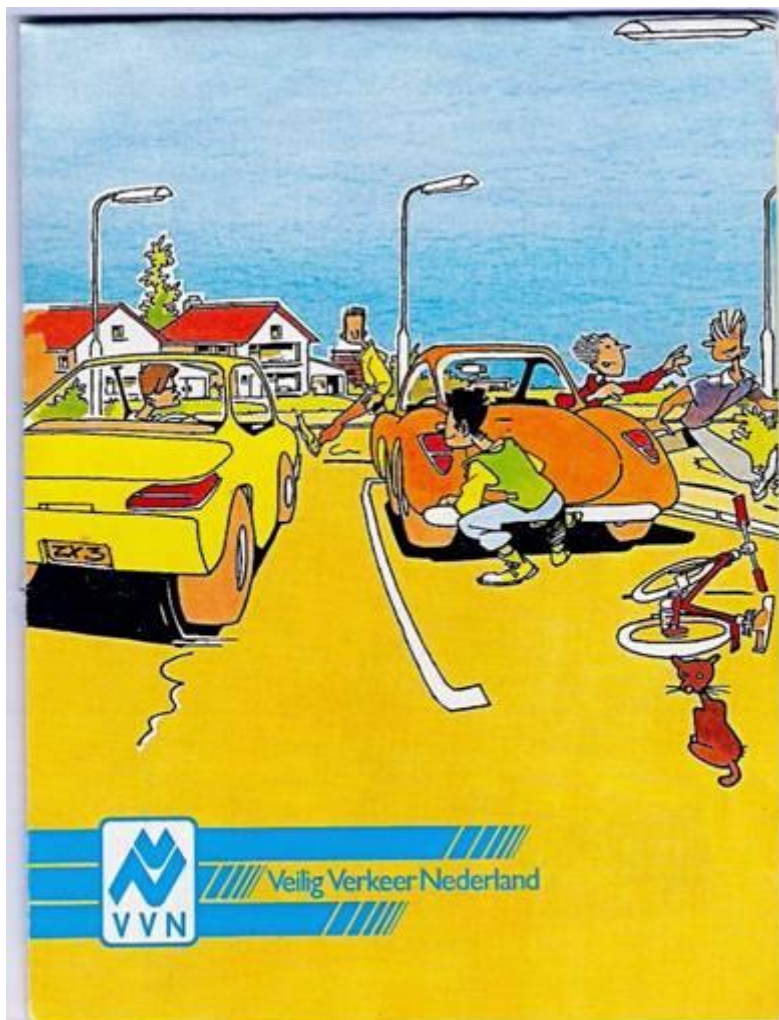
איור 26. כרזת בטיחות בריטית המיועדת לגיל הרך



איור 27. כרזה צרפתית המיועדת לתלמידי בית ספר יסודי

בשתי הכרזות, כמקובל בפנייה לילדים בגילאי 4 - 8 , בעלי חיים מייצגים את הולכי הרגל, אך האווירה מאוד שונה ביניהן. הכרזה הבריטית מציגה במרומוז את האיום עם בו-זמנית, מסר אופרטיבי, בשעה שהכרזה הצרפתית מעבירה מסר אופטימי של הליכה ללא סיכון, בתנאי שכל המשתתפים ישחקו את תפקידם לפי ההוראות. לא ידוע באיזו מידה, ואם בכלל, נקלט מסר בטיחותי משמעותי על ידי ילדים בגילאים אלו, דרך כרזות או אמצעי הסברה אחרים.

בעלון הסברה הולנדי זה נעשה שימוש בציור היתולי, שמטרתו למשוך את תשומת הלב של הילדים, וכן גם להציג את הנושא היבש והמאיים בצורה נטולת תוקפנות וידידותית:

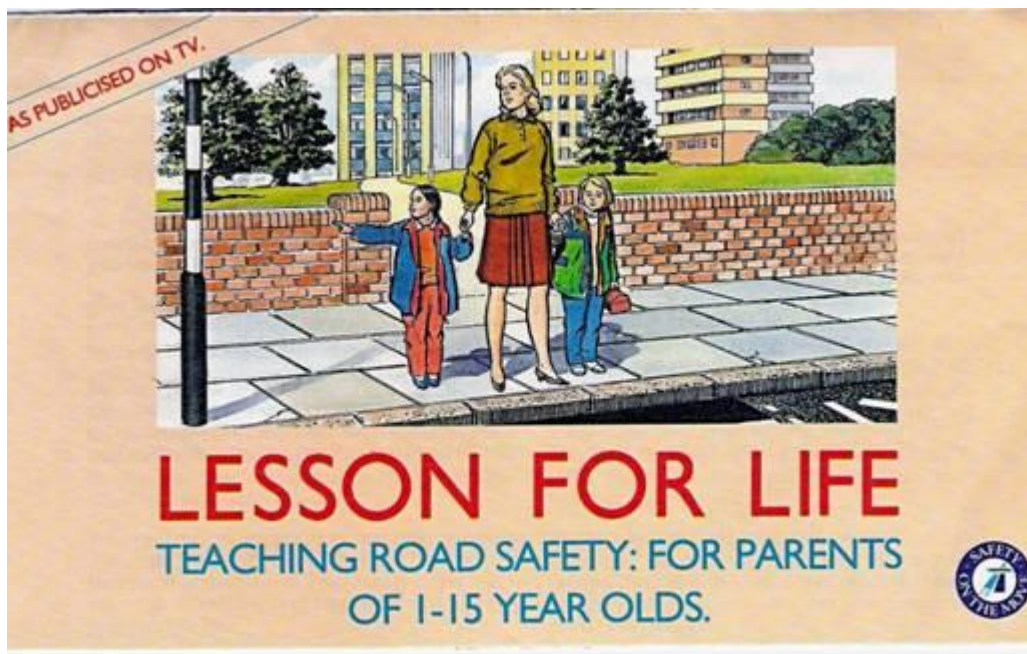


איור 28. הרחוב איננו מגרש משחקים, בכרזה ההולנדית



איור 29. הדרכה בכרזה צרפתית זו לחצייה נכונה בעזרת ציור מנקודת מבט של הילד, ותוך כדי הצגת שאלה לקורא הצעיר ("מדוע הילדים מתבוננים קודם כל לכיוון שמאל לפני החצייה?").

כאן האיור שמקורו בבריטניה, מיועד להדרכת הורים. האיור בסגנון ריאליסטי ללא איום אפילו מרומז, ומטרתו לעודד עניין והזדהות. המסר הסמוי הוא שהתנהגות זהירה מונעת את הסיכון.



איור 30. עלון הדרכת הורים בנושא ההליכה ברחוב וחציית הכביש של משרד התחבורה הבריטי.

9. סיכום מקורות הסיכון ברחוב של ילדים ובני נוער:

א. הגיל הרך (מתחת ל- 5):

התפקוד בגיל זה לקוי במיוחד בהיבטים הבאים:

- * הערכת כיוון ומהירות כלי רכב
- * הערכת המרחק מרכב בתנועה
- * זיהוי כיוון מקורות רעש
- * מגבלות שדה הראיה
- * בלבול בין ימין לשמאל
- * יכולת מוגבלת להתמקד
- * התפרצות לכביש
- * משחק על המדרכה ובעת חציה
- * חציית רחוב מאחורי רכב מסתיר

ב. גיל הביניים (5 - 10):

ההליכה לבית הספר הופכת בהדרגה לעצמאית. קצב התפתחות לא מדביק תמיד את דרישות מטלת הרחוב והתאונות בעיקרן הן:

- * התפרצות לכביש, במיוחד בקטעי דרך כשהרכב נע מהר
- * תאונות "מוכר הגלידה" עם חציית כביש בתנאים גרועים
- * ירידה מאוטובוס וחציית רחוב בחזית הרכב
- * משחק על הכביש ועל המדרכה (כדור, גלגליות או קרוקינט)
- * תאונת "הנהג האדיב"

ג. גיל הבינה (10 - 12)

לא רק הילד עצמאי יותר בגיל זה אלא הוא גם מרחיב את תחום פעילותו הרחק מביתו ונמצא גם פעיל ברחוב בשעות החשכה. הסיכונים העיקריים בגיל זה הם:

- * התפרצות לכביש תוך כדי משחק (התופעה אמנם בירידה)
- * חציית רמזור במופע לא מתאים
- * היפגעות מרכב פונה בצומת מרומזר במופע משותף
- * פגיעה מרכב בדרך רבת נתיבים
- * פגיעה בעת עליה או ירידה מאוטובוס
- * פגיעה מרכב במגרש חנייה המשמש לעיתים כאזור מעבר או כמקום משחקים
- * תאונת "הנהג האדיב"
- * פגיעה מרכב במגרש חנייה המשמש לעיתים כאזור מעבר או כמקום משחקים



10. מסקנות:

ילדים מהווים קבוצת סיכון תחבורתית. הם נפגעים בשיעורים ניכרים כנוסעים ברכב, כהולכי רגל וכרוכבי אופניים, במיוחד לפני גיל ההתבגרות. חלק מהסיכון מתקשר ליכולות תפיסתיות וחשיבתיות מוגבלות, שאינן בשלות דיין ואשר בדיקתן במסגרת הרעיונית של הפסיכולוגיה ההתפתחותית של פיאזיה, יכולה להוביל לתובנות ולפיתוח אמצעים חינוכיים מניעתיים. במיוחד מבהירה הפסיכולוגיה ההתפתחותית את גבולות היכולת התפיסתית-חשיבתית של הילד בכל שלב התפתחותי ותומכת בהגדרת תהליכי הדרכה תואמי גיל.

פגמים בחשיבה המובילה לקבלת החלטות שגויות בחציית רחוב מתקשרים לשלבים שונים של ההתפתחות החשיבתית והמחנך לבטיחות בדרכים חייב לקחת בחשבון את המגבלות הללו בבואו להציע הכשרה לשיפור מיומנויות רחוב.

הכשרה זו צריכה להיות מבוססת על התאמה לרמת החשיבה של הילד. זיהוי קשיים הנובעים ממרכז, אגוצנטריות והפיכות בלתי מושלמת תומך בבניית תרגילים מתאימים ולעוסק בחינוך לבטיחות של ילדים בגיל בית הספר היסודי רלוונטים במיוחד הממצאים בנושא הערכת המהירות, המרחק ופערי הזמן וכן גם אלו הקשורים לראייה בפרספקטיבה של תרחישי רחוב. כדי לבצע מטלות מסובכות של חציית רחוב תוך כדי מפגש עם תנועה, ילדים בגיל השלב הקדם אופרציונלי והקונקרטי מתקשים ביישום כללים מופשטים שנלמדו מילולית ומשתמשים בכללים בלתי פורמאליים של זכות קדימה או ויתור (למשל תוך התייחסות לסוג הרכב או לרעש המנוע), לעיתים עם מקדם בטיחות גבוה אך ללא התמדה מספקת ונטייה לבחירות קיצוניות. תרגולת במצבים מוגדרים היטב יכולה להגביר את ההתנהגות הרצויה אך המחקר חושף את הקושי בהעברת הכלל הביצועי ממצב נלמד למצב תחבורתי קצת שונה כלומר את היכולת המוגבלת של הילד מתחת לגיל 10 לזהות בנסיבות מגוונות את המקום והזמן לביצוע כלל שנלמד קודם. הדרכה יעילה חייבת לקחת בחשבון את המגבלות הללו ולהגדיר לילדים מטלות מציאותיות שיש ביכולתם לבצע כהלכה. באופן כללי המחקר תומך בגישה הספקנית לגבי יכולתו של הילד לפני שלב החשיבה הפורמלית, לאמוד כהלכה את הסיכון התחבורתי ולהתמודד עמו במצבים שונים מאלו בהם בוצע התרגול.



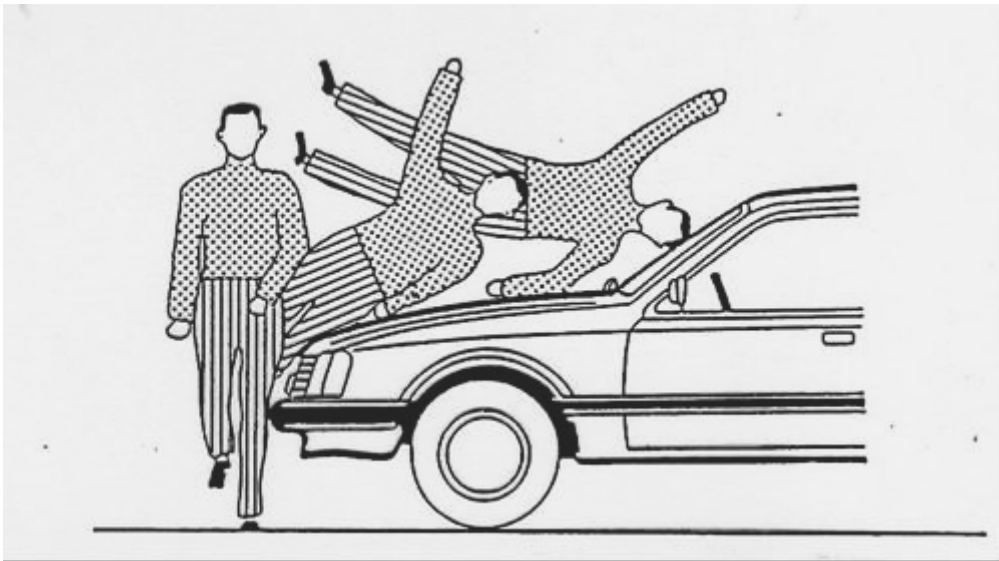
איור 31. מסר להורים. מקור: הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים

פרק ג. ההיבט הטכני של היפגעות הולך הרגל

1. מאפייני הפגיעה:

כשרכב פוגע בהולך רגל, הוא בדרך כלל לא "דורס" אותו כנהוג לומר, אלא מבצע פגיעה דוחפת המתבטאת בצורה הבאה:

- תופעת ה"מגרפה" בה רכב נמוך מרים את הנפגע ומעיף אותו באוויר וכיוון שהרכב ממשיך לנוע קדימה, גם בעת בלימת חירום, הוא גורם לפגיעה בראשו של ההולך הנובעת מהשמשה הקדמית או מהמסגרת התומכת בה. סיכון נוסף להולך הרגל נובע מהפגיעה המשנית בעת נפילתו על הכביש.
- במקרה של רכב גבוה כמו משאית או אוטובוס, לא מתחוללת גריפה אלא הדיפת גופו של ההולך קדימה וזריקתו אל הכביש. גם כאן הפגיעה השכיחה היא בראשו של הנפגע.

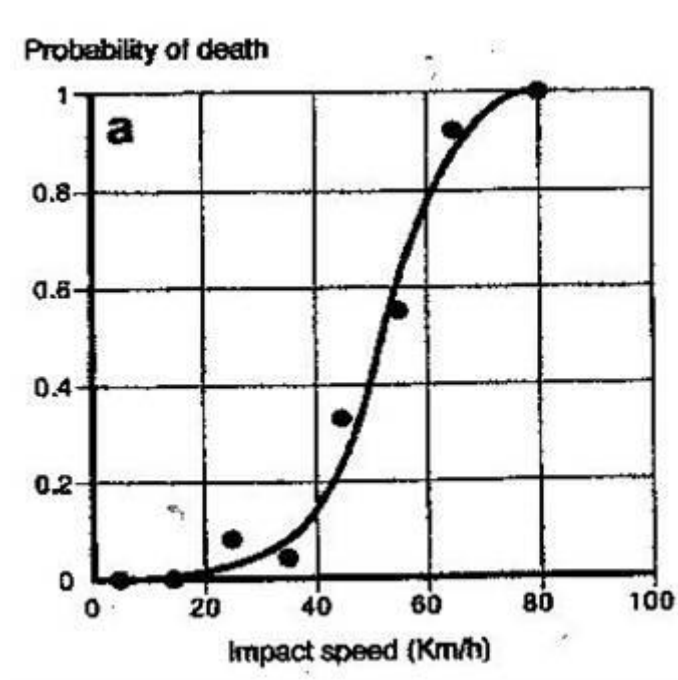


איור 32. פגיעת ה"מגרפה" בהולך רגל על ידי רכב נמוך

יש לציין שיצרני הרכב משקיעים מאמצים רבים כדי לתכנן את חזית הרכב בצורה שתמתן ככל האפשר את הפגיעה בהולך הרגל וזו הסיבה להיעלמותם של כל הקישוטים הבולטים והחותכים שפיארו את המכוניות בזמנים עברו.

2. מהירות וחומרת הפגיעה:

מתוך חישוב מהירות הפגיעה של כלי רכב מעורבים בתאונות עם הולכי רגל, מצא החוקר הפיני Pasanen שההסתברות למוות גדלה עם מהירות הפגיעה ביחס המתואר בגרף הבא: במהירויות פגיעה נמוכות יחסית, מתחת ל- 40 קמ"ש, ההסתברות להישאר בחיים עוד גבוהה, אך העקומה נוסקת אל על וב- 50 קמ"ש הסיכוי להישאר בחיים מגיע ל- 50% ומעל ל- 70 קמ"ש הוא שואף לאפס: בפגיעה במהירות של 50 קמ"ש, הסיכון למוות גדול פי 8 מאשר ב- 30 קמ"ש ופי 2.6 מאשר ב- 40 קמ"ש.



איור 33. ההסתברות למוות של הולך הרגל לפי מהירות הפגיעה (מקור: Pasanen 1993)

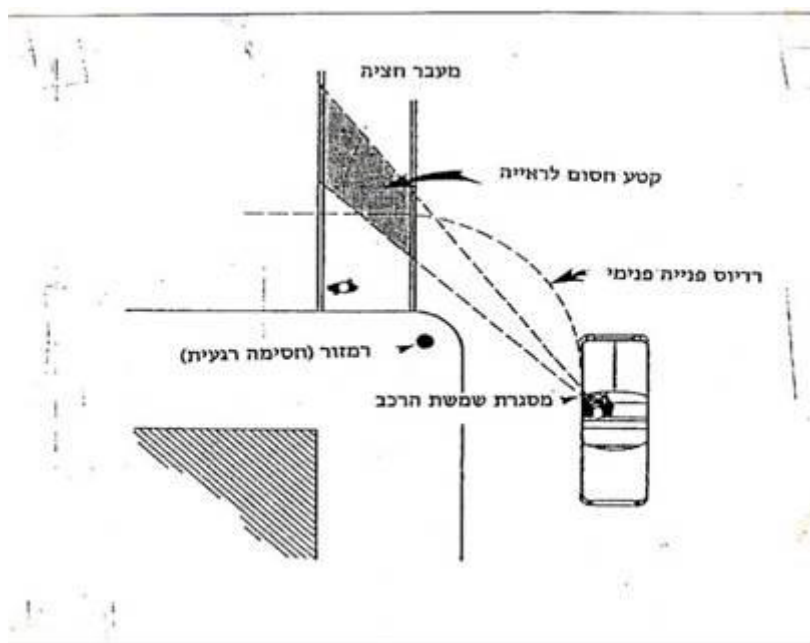
3. חסימת שדה הראייה של הנהג בעת פנייה שמאלה:

בעת הפנייה שמאלה, מסגרת השמשה עלולה למנוע זיהוי הולך רגל הנמצא כבר במעבר. יש לזכור שהרכב יכול לנוע בפנייה במהירות גבוהה יחסית (14 מ' בשנייה ב- 50 קמ"ש), כשמהירות הולך רגל נעה בין 1 מ' ו-1.5 מ' בשנייה. סימוכין לסיכון זה נמצאו בבדיקת 2400 תאונות הולכי רגל בצמתים חד-סטריים בעיר וושינגטון (Habib 1980):

מספר תאונות ה.ר. ל- 10,000 כלי רכב	סוג הנסיעה של הרכב הפוגע
2.34	פנייה ימינה
4.33	פנייה שמאלה
3.22	כלל הפניות
1.57	נסיעה ישר

טבלה 29. סיכון יחסי של תנועות רכב שונות

פגיעות היתר בפנייה שמאלה אינן נובעות ממספר רב יותר של פניות אלו לעומת נסיעה בכיוונים אחרים, אלא שמדובר בתמרון נסיעה מסוכן במיוחד להולך הרגל, מה גם שהוא מתבצע במהירות גבוהה יותר מאשר הפנייה ימינה בגלל רדיוס פנייה גדול יותר כמוצג בציור הבא:



איור 34. סכימת חסימת שדה הראייה של הנהג בעת פנייה שמאלה

לפי Abdulsattar (1999), הסתרת הולך הרגל ממבט הנהג בעת הפנייה שמאלה יכולה להיות מוגבלת על ידי מסגרת שמש בכשליש מזמן הפנייה.



איור 35. כך נראית הולכת הרגל מנקודת המבט של הנהג במרחק של 4-5 מ'. במרחק זה מסגרת השמש יכולה להסתיר אדם בוגר במלואו.

4. מאזן הכוחות בין הולכי רגל וכלי הרכב:

לנציסטר הציב ב – 1916 את עקרונות המתמטיקה הצבאית וחקר על סמך נתוני קרבות כיצד במאבק כוחות השוחקים זה את זה, הם משמידים אחד את השני כפונקציה של עוצמתם הנמדדת על ידי כמותם.

בהנחה שכוח X בעל יכולת שחיקה A מתמודד עם כוח Y בעל יכולת שחיקה B , יחס

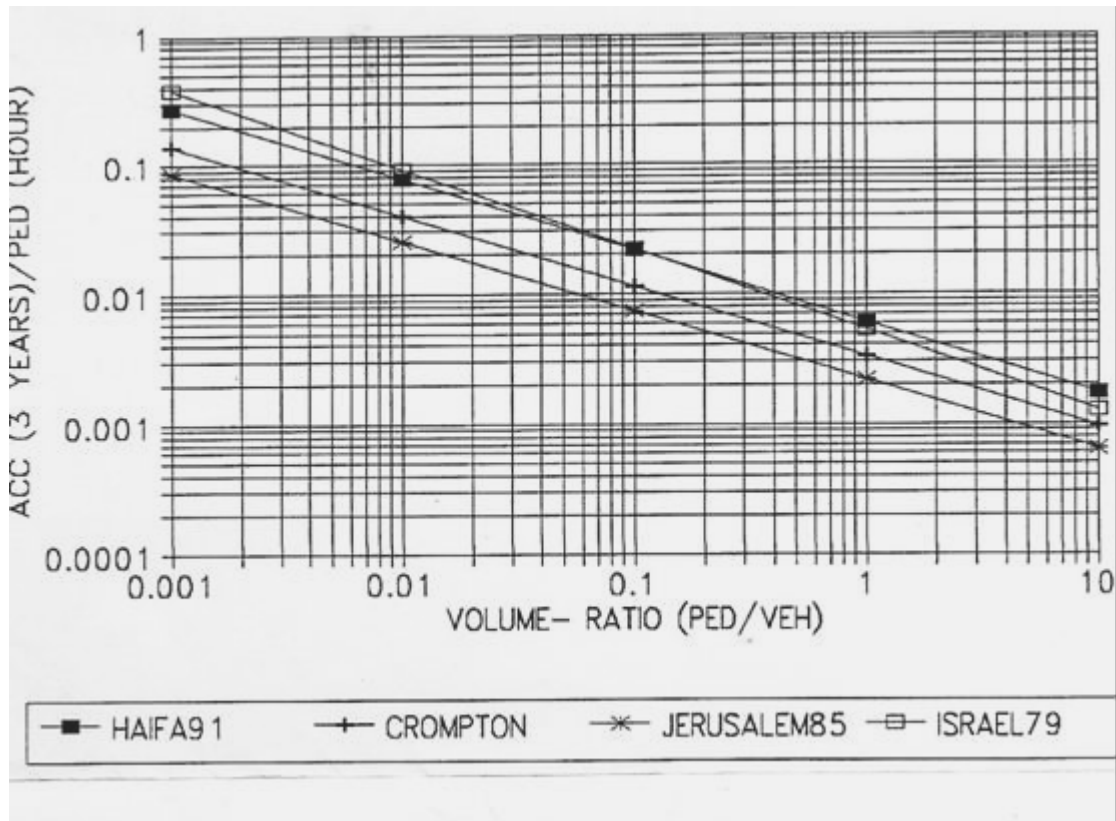
השחיקה בין הכוחות המוגדר על ידי $\frac{A}{B}$ ניתן להערכה על פי:

$$\frac{A}{B} = \left(\frac{X}{Y} \right)^2$$

כשכוח גדול פי שניים מאויבו, בהנחה של שוויון איכותי של כל יחידת כוח, יכולת השחיקה שלו גדול פי ארבעה מזה של האויב. המשוואה מתרגמת איפה בצורה כמותית את עקרון ריכוז הכוחות. בר-זיו (1992) העלה את הרעיון שאפשר להגדיר מכוניות והולכי רגל כשני מחנות יריבים המתמודדים על השליטה בכביש. תוצאות המאבק כוללות גם נפגעי תאונות ונשאלת השאלה אם יעילות מחנה ההולכים, הניתנת למדידה במונחים של היפגעות, קשורה לעוצמתם, כלומר לשיעור הולכי הרגל לעומת נפחי התנועה. במחקר השוואתי של תנועת הולכי רגל וכלי רכב בארץ ובעיר קרומפטון בבריטניה, הוא מראה שאכן מודל לנציסטר מנבא את שיעורי השחיקה ב"קרב" בין המשתמשים בדרך. מסקנות המחקר הן:

- א. ככל שיש יותר הולכי רגל ביחס לכלי הרכב, יש יותר נטייה בקרב הנהגים לתת זכות קדימה להולך
- ב. כשתנועת כלי הרכב גדולה ביחס לתנועת החוצים, הסיכוי שהנהגים ייעצרו (בהיעדר רמזור) שואף לאפס
- ג. בחצייה קבוצתית הולך הרגל נמצא ברמת סיכון נמוכה בהשוואה לחצייה בודדת. במקביל, תנועת כלי רכב הנעים בצפיפות (שיירה) מאפשרת מעבר בתנאים גבוליים כשהרמזור עובר לצהוב או גם כשאין לנהגים בזנב השיירה זכות קדימה. כמו לגבי הולכי הרגל החוצים בקבוצה, יש לתנועה זו יתרונות של נראות וקושי למשתמש המתחרה לחזות החלטה קבוצתית לעצור, דבר המחייב אותו ל"היכנע" לקבוצה השולטת
- ד. ממצאי תאונות הולכי רגל, בהתייחסות לנפחי התנועה הרגלית והממונעת מראים כמוצג בגרף שלהלן, שאכן הסיכון לתאונת הולך רגל נוטה יורד ככל שעולה יחס הנפחים (מספר הולכי רגל לעומת מספר מכוניות ביחידת זמן)
- ה. הקשר המתמטי שנמצא בין נפחי התנועה (המגדירים את עוצמת כל מחנה), מתקיים בדרכים עירוניות דו-סטרייות אך בכבישים חד-סטריים אין שינוי ברמת הסיכון כשיחס זה משתנה.





איור 36. שיעור תאונות הולכי רגל כפונקציה של יחס נפחי התנועה של ההולכים לעומת כלי הרכב בשלוש ערים ובכל הארץ על פי בר-זיו (1992)

חיזוק לממצאים אלו ניתן ב – 1993 על ידי Brude* בשוודיה בבדיקת תאונות הולכי רגל ורוכבי אופניים ב - 377 צמתים עירוניים.

למחקרים אלו יש משמעות אופרטיבית חשובה: עדיף לחצות במעבר החצייה על פני מקום אחר לא רק בגלל נראותו ונוכחות אמצעי מיגון המועילים להולך הרגל, אלא גם ואולי בעיקר בגלל שהוא מעודד חצייה קבוצתית. הסיבה היא שהנהג רואה טוב יותר קבוצה מאשר אדם בודד, אלא שבנוסף קל לו יותר להאיט ולחכות עד שהחצייה מסתיימת לעומת מצב של "נזילה" של חוצים בודדים המאריכים את זמן ההמתנה של הנהג והמעודדים אותו לפעמים לעבור מאחורי החוצה. אפשר גם לראות בתופעה זו תוצר של יתרון המוכנות לאירוע חריג אצל הנהג, כאשר נדירות יחסית של ההולך יוצרת הפתעה לנהג, שעמה ההתמודדות יותר בעייתית.



5. תכנון חזית הרכב למיתון הפגיעה בהולכי רגל וברוכבי אופניים:

רקע:

אחד מהנושאים המבטיחים ביותר בתחום הבטיחות, לדעת ועדת התחבורה של הפרלמנט האירופאי, הוא תכנון משופר של חזית כלי הרכב שיאפשר מיתון הפגיעה בהולכי הרגל או ברוכב האופניים, בעת תאונה. המומחים מעריכים שאימוץ סדרת תקנות חדשות שהוגדרו לאחרונה, יוביל לצמצום חומרת הפגיעה של אלפי אנשים באירופה כל שנה (ETSC 2001).

בתחום השוק המשותף (במתכונת של 15 מדינות לפני הצטרפות מדינות מזרח אירופה לשעבר), 180,000 בני אדם נפגעו קשה כל שנה כהולכי רגל וברוכבי אופניים. בשנת 1998 היו ביניהם באירופה 8,900 הרוגים, כשרובם נפגעו בדרכים עירוניות וכשבחלקם הגדול מדובר בילדים ובקשישים. המגמה כיום היא לעודד נהגים ונוסעי רכב פרטי לעבור לשימוש באמצעי תחבורה יותר ידידותיים לסביבה, כך שחלקם של ההולכים והרוכבים צריך לגדול. אי לכך חיוני לפתח את הניידות תוך כדי הגדלת רמת בטיחותה ולא לעודד התנהגות מסוכנת: כיום הסיכון לפגיעה קטלנית גדול פי שמונה להולכי הרגל בהשוואה לסיכון זה בקרב הנוסע ברכב פרטי.

במסגרת הועדה האירופאית לשיפור בטיחות הרכב (EEVC), בוצעו ב-22 השנים האחרונות מחקרים רבים המובילים כעת לקביעת סטנדרטים לבטיחות חזית כלי הרכב אשר העמידה במתחם את מספר ההרוגים בסדר גודל של 2000 בשנה ואת מספר הנפגעים קשה בסדר גודל של 18,000 בשנה, אם כלי הרכב בכבישי אירופה היו עומדים בתקנים אלו. מסמך רשמי של ממשלת בריטניה שפורסם במרץ 2000 בנושא הבטיחות בדרכים, מעריך שאימוץ תקנים אלו יפחית את מספר הנפגעים באופן קשה וקטלני בארץ זו ב-20%.

נכון להיום, אין אף מכונית פרטית אחת הנמכרת בשוק האירופאי והעומדת בדרישות המבחנים שהוגדרו על ידי הועדה המקצועית לענין. מתוך 77 סוגי רכב שונים שנבדקו על בסיס התקן המורכב מארבעה מבחני יסוד, רק סוג רכב אחד השיג 3 נקודות מתוך ארבע (דהיצו Sirion) ורוב המכוניות הנבדקות השיגו רק 2 נקודות לכל היותר.

שיפורים נחוצים:

רוב התאונות בהן מעורבים הולכי רגל מתרחשות במהירויות מתונות יחסית (מתחת ל-40 קמ"ש) והשיפור המשמעותי ביותר למיתון הפגיעה טמון באפשרות לספיגת המכה על ידי מעטפת חלקו הקדמי של הרכב:

א. פגושים: חלק זה של חזית הרכב אחראי לפגיעה ברגלי ההולך. מאחורי החלק הגמיש יחסית והעשוי מחומרים פלסטיים, נמצאים חלקים קשיחים שנחוץ להרחיק ב-5 עד 7.5 ס"מ כדי לתת אפשרות לדחיסה ולהזזת הפגוש במרחב זה.



ב. מכסה המנוע: בדרך כלל הפגוש הפוגע מוביל לתופעת המגרפה, כך שלאחר פגיעה ראשונה, מכסה המנוע פוגע בחלק העליון של הרגל. בכלי רכב קיימים חלק זה קשיח מדי, והפגיעה חמורה, בשעה שריכוכו על ידי הגברת הגמישות והוספת מרווח ספיגה יותר גדול יכולים לצמצמה, במיוחד אם נלקח בחשבון החלק הקדמי של המכסה המשמש לסגירתו והמורכב מחלקים קשיחים במיוחד. נחוצה הוספה של מרווח ספיגה בקטע זה עד ל – 15 ס"מ בסוגי כלי רכב מסויימים.

הפגיעה השלישונית מתרחשת במפגש של חלק הגוף העליון ושל הראש בנקודות קריטיות בשמשה הקדמית ובמסגרתה, וכן גם באזור המפגש בין מכסה המנוע ותחתית השמשה. מכסה גמיש עם עומק ספיגה יותר גדול מהווה תנאי חשוב למיתון הפגיעה בראשו של הולך רגל שכן בסופו של דבר, הפגיעה החמורה ביותר נגרמת על ידי החלקים הקשוחים הפנימיים מתחת למכסה הרכב: המנוע וחלקי המתלים.

האם אפשר למתן את הפגיעה בהולך הרגל?

מחקר של המעבדה הלאומית הבריטית לתחבורה (TRL 2000) העלה שרוב תאונות של הולכי רגל מתרחשות בשטח עירוני ובמהירויות עד ל – 50 קמ"ש. הפגיעות העיקריות הן של כלי רכב פרטיים הפוגעים במיוחד בראשו של הולך הרגל וברגליו. מכאן נובע הרעיון לצייד, לא את הולכי הרגל אלא את המכוניות הפרטיות, במערכת מסוג כרית אוויר חיצונית שתמתן פגיעה חזיתית. מערכת מיגון אקטיבי המבוססת על כריות אוויר, מחייבת הפעלת שלוש מערכות טכניות. הראשונה היא מערכת הזיהוי של הולך הרגל שתהיה מסוגלת להבדיל בינו ובין מכשולים אחרים. השנייה היא מערכת מיחשוב שתקבע את המהירות והמרחק של המכשול ואת תנאי ההפעלה שלאמצעי המיגון. המערכת השלישית היא הכרית ומנגנון הפעלתה. מערכת הזיהוי מתוכננת לסרוק את הכביש למרחק של 5 מ' קדימה ול – 1 מ' לכל צד וצריכה לפעול ביעילות כלפי אדם החוצה בריצה. בדיקת מעבדה של מערכת זו בוצעה בעזרת דמיין הולך רגל ושתי מערכות זיהוי נמצאו כיעילות במיוחד: מצלמת תת – אדום משולבת עם מכ"מ בעוצמה נמוכה, ומערכת המשלבת מצלמת וידאו עם גלאי מכ"מ תת – אדום או אולטרסאונד. המחשב קובע לפי מאפייני המכשול את קצב התנפחות הכרית כדי למזער את הפגיעה ולמנוע בצורה מיטבית את פגיעת ראשו של הולך הרגל במסגרת השמשה הקדמית של המכונית, או את הדפתו לעבר המסעה תודות למנגנון אחיזה שימצא על מכסה המנוע.



6. מעורבות רכב כבד בתאונות הולכי רגל בשטח עירוני

בישראל בשנת 2002 על פי דוח הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים (2003), היו מעורבים בתאונה עירונית 25,362 כלי רכב, מהם 564 משאיות מעל ל - 4 טון. זהו שיעור מעורבות של 2.2% אך נתון זה מחמיר לאור העובדה שמתוך 255 תאונות קטלניות 23 היו של רכב כבד, כלומר שיעור קטלניות של 9%. ביחס למספר כלי הרכב, משאיות מעל ל - 4 טון מציגות שיעור קטלניות עירונית של 49 מעורבים ל - 100,000 כלי רכב לעומת 6.5 ל - 100,000 בקרב כלי הרכב הקלים. אין ספק שמעורבות גבוהה זו היא פועל יוצא גם של נסועה גבוהה יותר אך חומרת היתר של תאונות רכב כבד אינה מושפעת מהנסועה אלא מתוקפנות היתר שלו הקשורה למאסה וליכולות תמרון ובלימה נמוכות יותר מאלו של המכונית הקלה. אין נתונים על מעורבות משאיות כבדות מעל ל - 16 טון בתאונות עירוניות אך הממצאים הכלליים שמפרסמת הלמ"ס מצביעים על שיעור מעורבות בתאונות קטלניות של 9.6% מכלל התאונות הקטלניות בארץ כשתרומת כלי רכב אלו לנסועה הכללית היא 2.9% בלבד. מחקר שנעשה בטכניון על ידי מוקואס (2004) סכם את הידוע על הסיכון הנוצר ממעבר רכב כבד בדרכים עירוניות:

מעורבות כלי רכב כבדים בתאונות עירוניות מהווה בעיה בטיחותית לא רק בארץ אלא גם בחו"ל. Sweatman et al. (1995) חקרו באוסטרליה את הדרכים להגדרת אסטרטגיה תחבורתית למיתון הסיכון הנובע מתנועת רכב כבד בדרכים עירוניות. הממצאים באוסטרליה מצביעים על מעורבות רכב כבד (מעל ל - 3.5 טון) בתאונות עירוניות חמורות בסדר גודל של כמחצית מכלל התאונות של סוג רכב זה ונמצא שתאונות רכב מפרקי חמורות פי שניים יותר מאשר אלו של רכב קשיח (ללא נגרר). מעורבות יתר של רכב מסוג סמי-טריילר נמצאה בתאונות עירוניות בצמתים מרומזרים, ביציאות מדרכים ישרות בהן המהירות המותרת נמוכה יחסית ופגיעות חזיתיות ובצד שמאל של הרכב (הנהיגה באוסטרליה מצד שמאל), באזורי מהירות נמוכה.

נהגי משאיות נפגעים יחסית יותר בתאונות המתרחשות בדרכים ראשיות ובמהירות גבוהה ואין הם נהנים ממיגון על ידי חגורת בטיחות או כריות אוויר, אך רוב הנפגעים בתאונות רכב כבד אינם נוסעים ברכב זה אלא נוסעי רכב קל הנפגע בתאונה או רוכבי רכב דו גלגלי והולכי רגל. בקרב אלו נמצא בארה"ב על ידי Retting (1993) בבדיקת מדגם של 227 תאונות שהנפגעים העיקריים בתאונות קטלניות מתרחשות בשכיחות גבוהה במיוחד בצמתים מרומזרים. במחציתן הקורבן היה מעל לגיל 60 ו - 38% מהנפגעים היו מעל לגיל 70. פגיעה בהולך רגל נחשבת כסוג הפגיעה המאפיינת תאונות רכב כבד בשטח עירוני (כ - 28% מהתאונות הקטלניות), כאשר, יש לציין, אין נהג הרכב הכבד אשם בתאונה ברוב המקרים.

המחקר האוסטרלי בודק את מכלול הגורמים התורמים לסיכון היתר הנובע מתנועת הרכב הכבד בדרכים עירוניות. אלו גורמי רכב, גורמים הקשורים לתפקוד הנהג וגורמים סביבתיים של הדרך העירונית:

א. גורמי רכב:

בשטח עירוני נע הרכב במהירויות נמוכות יחסית לדרכים בין-עירוניות כך שיכולת הבלימה הפחותה שלו לעומת הרכב הקל משחקת תפקיד פחות מכריע. לעומת זאת מעריכים שגורמי ראות וחסימות בשדה הראייה, במיוחד בתמרונים פנייה וחנייה, כמו גם רדיוס הסיבוב הגדול של רכב כבד, לעומת מכונית פרטית, יכולים להשפיע לרעה על יכולת הנהג למנוע תאונה. בניתוח מדגם של 48 תיקי פגיעה בהולך רגל על ידי משאית, מוצא Retting שרוב הפגיעות התרחשו כשנהג הרכב לא



זיהה את הולך הרגל לפניו, והתרחיש החוזר על עצמו הוא של זינוק המשאית ברמזור כשהוא עובר לירוק אך שהולך רגל עוד לא סיים את החצייה ונמצא קרוב מדי לחזית הרכב. ג. גורמי אנוש:

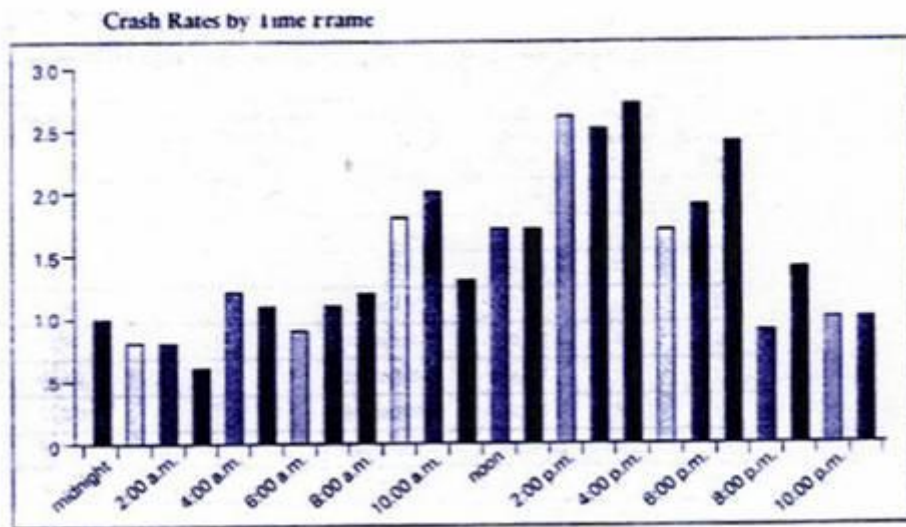
נהגי רכב כבד באוסטרליה נוהגים לנהוג תחת השפעת אלכוהול בשכיחות יחסית גבוהה. גורם תורם נוסף היא העייפות המצטברת של נהגים מקצועיים המוערך כתורם ב - 10 עד 20% מהתאונות הקטלניות של רכב כבד. ג. גורמים סביבתיים:

החוקרים האוסטרלים מעריכים שבשטח עירוני, הגורם הסביבתי העיקרי הוא ההפרעות בשדה הראייה של הנהג לעומת משקל צנוע יותר להיבטים הנדסיים של הדרך, השכיחים יותר בדרכים בין-עירוניות. עם זאת, אין להתעלם מהשפעת תשתית תחבורתית עירונית משופרת על התאונות כנראה בדוגמה של ניו יורק, בה מספר ההרוגים בתאונות דרכים ירד מ - 701 ל - 388 (44.6%) בעשור האחרון (NY DOT 2002).

אחת הדרכים לצמצום הגודש של רכב כבד מבוססת על הפעלת מערכת ההובלות העירוניות בשעות הלילה המאוחרות. אך נהיגה בשעות אלו יכולה להגביר את הסיכון של תאונות עייפות. נושא זה נבדק על ידי Drissel (2003) במסגרת בחינת פעילותה של חברת הובלה המעבירה מטענים ממרכזים לוגיסטיים לנקודות מכירה ברדיוס של 4 שעות נסיעה. המרכזים נמצאים באזורים כפריים. בניתוח מדגם של 344 תאונות (רובן של נזק בלבד) בהן היו מעורבים משאיות של החברה, נמצא שביחס למספר שעות הנהיגה הממוצע לפרק זמן נתון ביממה, הסיכון בשעות הלילה, בין חצות ל - 5:00 בבוקר הוא הנמוך ביותר (כ - 0.9 תאונות ל - 10,000 שעות נהיגה באותן שעות, לעומת ממוצע יומי של 1.4 תאונות ל - 10,000 שעות נהיגה. בשעות החשכה, הנהגים צורכים 20% מזמן הנהיגה הכולל, אך מעורבים רק ב - 12.5% מהתאונות המתרחשות במרוצת זמן זה.

ההסבר לתופעה לדעת החוקרים, ולדבר יש משמעות לגבי מדיניות הפעלת צי רכב מסחרי באזור עירוני, הוא ששני גורמים פועלים לטובת הבטיחות בשעות החשכה בדוגמה המוצגת והם השמירה על ידי החברה על דרישות החוק בנושא שעות עבודה ומנוחה והעובדה שבגלל רדיוס הפעולה הצנוע יחסית, הנהגים העובדים בלילה ישנים בביתם לפני זמן העבודה כך שההשכמה המוקדמת לא פוגעת ביכולתם לנהוג בצורה בטוחה. פילוג שיעורי המעורבות בתאונות לאורך היממה מוצג באיור הבא:





איור 37. שיעור תאונות ביחס לזמני הנהיגה בכל שעה ביממה (מקור: Drissel 2003)

בדיקת הספרות המקצועית הדנה באחרונה בסוגיית תנועת הרכב הכבד בעיר ובחינתה בהקשר הבטיחותי האפשרי שלה מעלה את הנקודות המרכזיות הבאות:

1. למרות היות תנועת הרכב הכבד בעייתית לשמירת איכות החיים באזורים עירוניים, אין אפשרות למנוע אותה בצורה מוחלטת שכן קיומה הכלכלי של העיר תלוי בפעילות זו. גם הסיכון שכלי רכב אלו יוצרים לתושבים, ובמיוחד להולכי הרגל, איננה עילה מספקת להחלטה דרסטית בנושא זה. הטיפול במצוקה התחבורתית הקשורה לתנועת הרכב הכבד צריך אם כן למצוא את האיזון בין דרישות סותרות של הכלכלה ושל איכות החיים והבטיחות. יש לציין שקיימת מודעות גדולה לסיכון הנובע מתנועת משאיות בדרכים עירוניות, במיוחד להולכי רגל, והדבר בא לכדי ביטוי בסקרים שנעשו בקרב נציגי חברות הובלה ונציגי רשויות מקומיות: בבריטניה הנושא הוזכר על ידי 37% מהעונים לסקר לעומת 42% שהתייחסו לנזקי זיהום אוויר. עם זאת, הממצאים אינם מצדיקים הגבלות משמעותיות לתנועת הרכב הכבד בעיר רק על רקע של סיכון בטיחותי.

2. רוב המחקרים העוסקים בייעול הובלת מטענים בשטח עירוני מצביעים על מרכזיות הסוגייה האקולוגית והכלכלית לעומת התייחסות מעטה להשלכות בטיחותיות של תנועת הרכב הכבד בעיר ושל מגבלות תנועה אפשריות כפתרון לבעיות אלו. אמנם שיפורים בתהליך ההובלות מטעמי איכות החיים יכולים להשליך גם על מספר וסוג התאונות ובכך להעלות את כדאיותם.

3. חלק מבעיות תנועת הרכב הכבד בעיר ניתן לפתרון על ידי שימוש בגישות לוגיסטיות מתקדמות המובילות לניצול מיטבי של מערכת התחבורה וזאת על ידי הפעלת טכנולוגיה משופרת למיזעור הנזקים הבלתי נמנעים של תחבורת המטענים. אחד מכיווני המחשבה הוא ביטול תנועת רכב הובלה בצירי תנועה מרכזיים לטובת צינורות שינוע תת-קרקעיים או עיליים. לטכנולוגיה עתידית זו יש גם השלכות בטיחותיות אך היא עוד רחוקה בגדר רעיון ויישומה מרוחק.



4. ניתן לצמצם את מעבר משאיות כבדות בתחום העירוני על ידי העברת המטענים לכלי רכב מסחריים קלים אך תחלופה זו לתנועת הרכב הכבד כרוכה במחיר כלכלי ותחבורתי לעיתים מופרז כיוון שלא תמיד אפשר להקים מסוף לוגיסטי, לפרוק את המטענים ולהעבירם ליעד הסופי בעזרת רכב מסחרי קטן. לפתרון זה יש יתרונות, במיוחד בהיבט האקולוגי אך במחיר של נסועה מוגברת ושימוש במספר גדול יותר של כלי רכב. שני גורמים אלו תורמים תרומה שלילית לבטיחות.

5. הגבלת התנועה באזור מסויים גוררת הסטת התנועה העוברת לאזורים אחרים ובהיעדר חלופות תחבורתיות תקינות, שינוי זה עלול לעודד תנועת משאיות בצירי תנועה פחות בטיחותיים ובמיוחד בדרכים משניות המשרתות שכונות מגורים. עם זאת, כשמדובר בשינוע מטענים לתוך המרכז העירוני, להסטת התנועה אין משמעות רבה. בנוסף, יש לזכור שבתנאי התחבורה בארץ, נדירים הפתרונות של מעקפים ודרכים חלופיות במטרה לדחוק את התנועה העוברת מחוץ למרכז העיר, דבר הנעשה על ידי הנהג באופן טבעי וללא חיוב פורמלי, כשהחלופה מציאותית.

6. יש לקחת בחשבון השלכות כוללניות על הכלכלה ועל הפעילות החברתית באזורים בהם הגבלת תנועת הרכב הכבד תדרבן מעבר הפעילות הכלכלית לאזורים אחרים תוך כדי פגיעה באזור המטופל ותוך כדי הסטת הבעיה ללא פתרונה.

7. אין ספק שלרכב כבד יש רמת תוקפנות גבוהה ביחס לרכב הפרטי והמסחרי הקל, וזו מתבטאת בחומרת תאונות גבוהה. בארץ נמצא שמשאיות מעל ל - 4 טון מעורבות בכ - 2% מהתאונות העירוניות אך גם ב - 9% מהתאונות הקטלניות השטח עירוני. ממצאים דומים נצפו בחו"ל במיוחד לגבי הולכי רגל (28% מהנפגעים קטלנית בתאונות עירוניות של רכב כבד בארה"ב). תאונות אלו מתקשרות לעיתים קרובות למגבלות בשדה הראייה של נהג המשאית ודורשות כנראה שיפורים בתחום הנדסת האנוש וטכנולוגיית הרכב.



7. שיקולים הנדסיים ובטיחותיים בתכנון מעברי חצייה:

7.1. תנאי התקנת המעבר

מעברי חצייה מיועדים לניהול ובקרת התנועה של הולכי הרגל מול כלי הרכב והתקנתם הנכונה היא תנאי להספקת בטיחות מרבית לחוצה. למרות היותו בטוח יותר ממקום חצייה שאינו מתוכנן, גם במעבר חצייה יכולה להתרחש תאונה. בתכנונו יש להביא בחשבון שיקולים תחבורתיים ובטיחותיים והמחקר אינו פוסק בתחום זה כדי לייצור מקום חצייה יעיל ובטוח יותר.

בניגוד לדעה הנפוצה שמעבר חצייה, במיוחד מרומזר, מיועד למניעת תאונות, ההחלטה להתקין מעבר חצייה מתבצעת על פי שיקולים הנדסיים מורכבים בהם נלקחים בחשבון ההיבטים הבאים:

- הדרישות התחבורתיות להזרמת התנועה
- צרכי בטיחות והלחץ הציבורי להקל על הולך הרגל
- המדיניות הציבורית בנושאי תנועה מול יכולת הנדסית וכלכלית (בניית מעבר חצייה מול גשר או מעבר תת-קרקעי למשל).

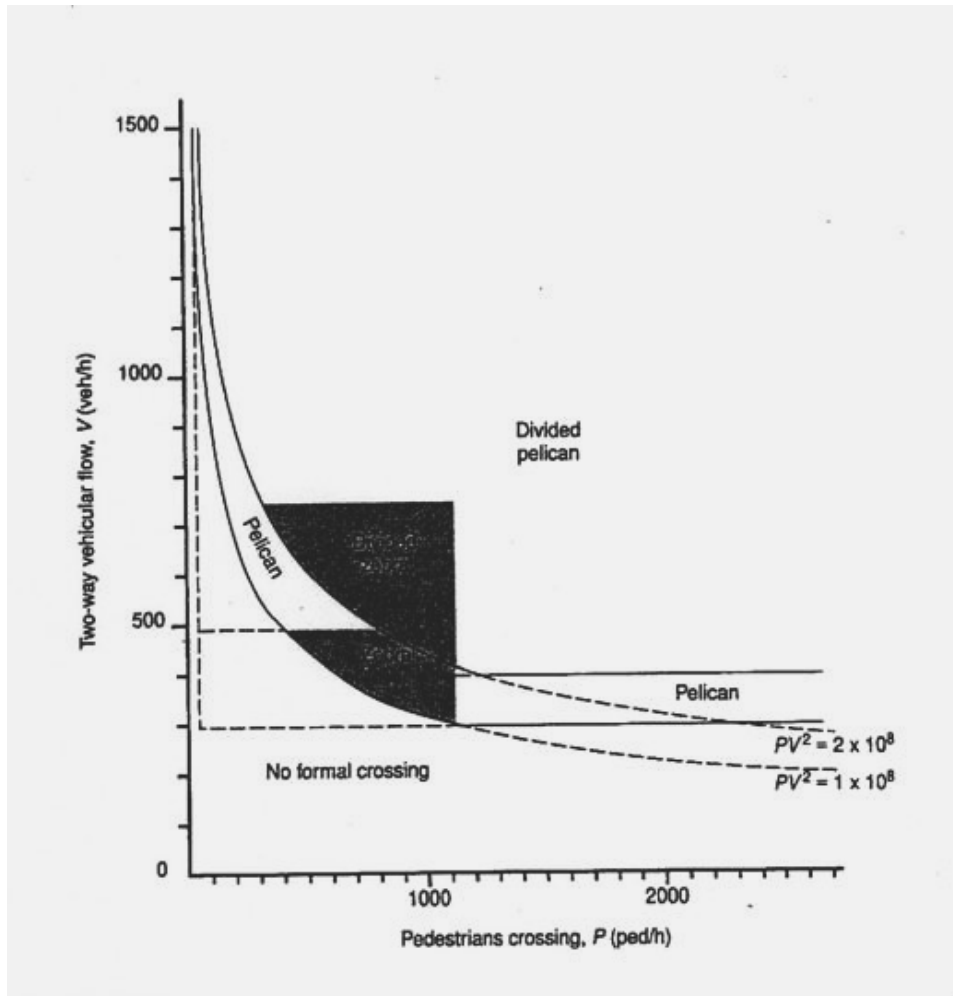
הצרכים המנוגדים של הנהגים ושל הולכי הרגל מהווים מקור לעימותים כשנפחי תנועה גבוהים לא מאפשרים פערים סבירים לחצייה ומאידיך מחייבים את החוצה להמתין יותר מידי זמן לפער מתאים או לאור הירוק, אך תאונות חמורות מתרחשות יותר בעת תנועה מהירה בהיעדר רימזור יעיל והמתנה סבירה מבחינתו של ההולך. חלוקה מסובכת של זמני המופעים, קיום שלבי תנועה משותפת או נפרדת לנוהג ולחוצה, שילוב תנועתם בפנייה ימינה מגבירים את הסיכוי לאי הבנה ולזיהוי לקוי של השלב בו יש לסוג משתמש בדרך אחד עדיפות על השני. אי הבנות אלו שכיחות בקרב האוכלוסיות הבעייתיות כמו ילדים מתחת לגיל 10 או קשישים.

הרמזור איננו רק כלי הנדסי לשיפור הבטיחות. מטרתו הראשונה היא ניהול תחבורתי בצומת בו נפחי התנועה מגיעים לסף מסויים. יש לו השפעה הן על תאונות הולכי הרגל והן על כלל התאונות אך בדרך כלל הוא מפחית בעיקר תאונות התנגשות חזית – צד ומגדיל את מספר תאונות חזית-אחור. השפעתו על בטיחות הולך הרגל מורכבת למדי.

גם למעבר החצייה המרומזר הסטנדרטי יש מגבלות לא מעטות, ולפי (Zeeger, Bushell (2012 יש לשפר אותו על ידי תיזמון מותאם והפרדת מופעים לפנייה שמאלה לרכב מהמופע המיועד לחצייה. השילוב של מופע לחצייה עם הפנייה ימינה יוצר גם הוא עימות בין הולך הרגל והנהג ורצוי למצוא פתרון אחר להזרמת התנועה. פיתוחים טכנולוגיים נוספים בתחום זיהוי החוצה בחשיכה או כשהוא מוסתר על ידי רכב חונה, יכולים גם הם לתרום לבטיחות הולך הרגל.



בגרף הבא מוצג התקן הבריטי (O'Flaherty 1997) להתקנת מעבר חצייה מבוסס על נפחי תנועת הולכי רגל (P) וכלי רכב (V). המעבר מומלץ רק כשנפחי התנועה מספיק גדולים כדי להצדיק את המעבר, וקיימים סוגים שונים של מעברים פחות או יותר מורכבים, לפי צרכי התנועה.



איור 38. תנאי סף למעבר חצייה לפי נפחי התנועה השעתיים של הולכי הרגל ושל כלי הרכב

בגרף מוצגים תנאי הצדקת מעבר חצייה רגיל מסוג "זברה" (אזור מושחר), או מעבר עם רמזור להולך הרגל (פליקאן). האזור המושחר הסגור בין שתי העקומות מתייחס לזברה רגיל והאזור המושחר העליון מתייחס למעבר זברה כפול עם אי חצייה. מתחת לעקומה התחתונה, כשנפחי התנועה, גם שלכלי הרכב, וגם של הולכי הרגל, נמצאים מתחת לערכי סף מסויימים, אין הצדקה לבניית מעבר ומעל לעקומה זו יש הצדקה הנדסית למעבר מסוג "פליקאן" עם אור מעבר ירוק להולך הרגל. מעל לעקומה העליונה, מוגדר אזור הפעלת "פליקאן מורכב" כלומר עם אי תנועה באמצע הכביש הפועל בנפרד לשני כיווני התנועה.

7.2. סוגי מעברי חצייה, הדוגמה הבריטית :

- מעבר Zebra : מעבר חצייה סטנדרטי ללא רמזור לשימוש בקטעי דרך הכולל משטח פסים בשחור לבן ובפנסי אור צהוב מהבהב המכונים "Belisha Beacons".
- מעבר Pelican לקטעי דרך בו הולך הרגל מפעיל לחצן לקבלת אור ירוק. סוף המופע הירוק מסומן באור ירוק מהבהב להולך הרגל (לפני האור האדום) ובאור צהוב מהבהב לנהגים המקדים את האור הירוק למענם.
- מעבר Tucan המהווה שיפור של מעבר פליקאן בתוספת מערכת זיהוי הולכי רגל, זמזם לעיוורים ולחצן חצייה.
- מעבר Puffin (pedestrian user friendly intelligent) המצוייד במערכת זיהוי הולכי רגל שהפעילו את הלחצן (כלומר הודיעו על רצונם לחצות), ובגלאי תנועה המפעילים את הרמזור תוך התחשבות במהירות ובמרחק כלי הרכב מהמעבר. המערכת מזהה את הולך הרגל בתוך משטח של 2 * 4 מ' ומבדילה בינו ובין כלב או שקית אשפה מתגלגלת למשל, בעזרת תוכנת אינטליגנציה מלאכותית.

סוגי המעברים מוצגים בטבלה הבאה :

מיקום	מאפיינים	סוג מעבר חצייה
מיועד רק לקטעי דרך	פסי צבע שחור לבן + אור צהוב מהבהב בשני צדי המעבר	זברה
צמתים וקטעי דרך	מעבר מסוג זברה אך בתוספת מתג רמזור להולך הרגל	פליקאן
צמתים וקטעי דרך	פליקאן + זמזם לעיוורים וגלאי תת-אדום לזיהוי נוכחות הולך הרגל + גלאי תנועה בכביש	טוקאן
צמתים	טוקאן בשילוב עם אי תנועה ומעבר חצייה מדורג (עם שבירת הקו הישר למניעת חצייה ישירה)	טוקאן משופר
צמתים	מעבר פליקאן מצוייד במצלמה המזהה תנועת הולכי רגל	פאפין
צמתים	מעבר עם גלאי המופעל על ידי דריכת הולך הרגל על משטח רגיש	סמראט-פד

טבלה 30. סוגי מעברי חצייה בבריטניה



במעבר פאפין לוחץ הולך הרגל על כפתור הפעלה וזיהויו על ידי המערכת מזרזת את זמן המופע הירוק לחצייה. כשההולך נע במעבר, המערכת מעכבת את הופעת המופע האדום עד לסיום החצייה. אם הלחצן הופעל אך הולך הרגל התרחק ממשטח הזיהוי, אין הפעלת הרמזור לטובתו ובאיזור המעבר מותקנות גדרות כדי לנתב את זרם החוצים למעבר ולמנוע חצייה לא מבוקרת. בניסוי שדה שבוצע בסקוטלנד עם המערכת נמצא שמתוך 399 הפעלות היו לה 6 כישלונות בגילוי הולכי רגל ו- 15 הפעלות לא מוצלחות בגלל מיקום הולך הרגל מחוץ למשטח הזיהוי שלא היה מסומן בצורה ברורה.

מעברי חצייה בהם הולך הרגל מפעיל רמזור לקבלת מופע ירוק מציבים בעיות קשות לניהול תנועה ולפיכך המגמה היא לפתח מערכות מתוחכמות הלוקחות בחשבון את נפחי התנועה של כלי הרכב ושל החוצים תוך התחשבות במהירויות ובמרחק שלכלי הרכב מהמעבר, כדי לצמצם זמני המתנה. אלו מאבדים מיעילותם כשהם מתארכים בגלל הנטייה של הולכי הרגל חסרי סבלנות לחצות באדום לאחר המתנה ארוכה. מאידך, מערכות קבועות לא מנצלות מצבים בהם אין הולכי רגל ואין צורך בעצירת כלי הרכב. מצבים אלו ניתנים לביטול תודות למערכות זיהוי הולכי רגל המבוססות על מצלמות תת אדום ומשטחים רגישים לדריכת רגלו של החוצה. בעיית סוף המופע הירוק:

רוב תאונות הולכי רגל בחצייה במעבר מרומזר התרחשו בעת סוף המופע הירוק והופעת הירוק המהבהב לעומת מיעוט נפגעים בעת המופע הירוק וגם בעת המופע האדום להולך הרגל! הרגע הקריטי מתרחש כשהולכי רגל מנסים לבצע "מחטף" ולחצות בריצה בשעה שהנהגים כבר מתחילים לנוע. מערכת פאפין מהווה לדעת המומחים הבריטיים, תשובה טכנולוגית מתקדמת ביותר אך יש לשפרה על ידי שלב חפיפה בין מופעים ומציאת פיתרון יותר מוצלח למופע ירוק מהבהב. בשיטת החפיפה הירוק המהבהב מקביל לאור אדום לכלי הרכב במשך 2 שניות לפני מופע צהוב מהבהב ובשיטת המופע המשותף, אין ירוק וצהוב מהבהבים בכלל (רמזור כבוי) ולאחר מופיע אור אדום ל- 3 שניות.

ניסויים בשיטות אלו מראים שכל הגישות משפרות במידת מה את יעילות המערכת אך שמעבר פאפין מניב את התוצאות הטובות ביותר בצמצום מספר החציות הגבוליות לפני התחלת תנועת כלי הרכב. כיוון שההצטיידות במעברי פאפין יקרה, נוטים הבריטים להרחיב כאמצעי ביניים את שיטת המופע המשותף עם הארכת זמן ההמתנה של כלי הרכב בעת סוף המופע הירוק של החוצים.

התאמת הרמזורים לצרכי החוצים:

בעיר לידס שבבריטניה (Robertson 2004) פועלים כ- 500 רמזורים, כמחציתם תחת בקרה מרכזית. ברוב הרמזורים בצמתים אורך המחזור קבוע ל- 60 שניות בשעות השפל ול- 72 שניות בשעות העומס. התאמה זו יותר ידידותית להולך הרגל המחוייב להמתנה קצרה יותר כשהתנועה זורמת, ועל סמך הניסיון בתחום זה הוחלט להרחיב את התאמת המחזור של זמני ירוק, צהוב ואדום ל- 200 הרמזורים בקטעי הדרך ולא רק לרמזורי צומת. ננקטו הצעדים הבאים:



1. ניתוק מספר רמזורי קטע בשעות השפל משליטת המחשב בעירוני המרכזי לטובת הולכי הרגל במחיר של צמצום אפשרויות של "גל ירוק"

2. מספר רמזורים עברו למצב עצמאי קבוע המאפשר מעבר הולכי רגל בהמתנה מזערית

3. מתן זמני ירוק ארוכים במיוחד להולכי רגל עם הפעלה ידנית

4. מחזור הרמזור קוצר

5. הארכת הזמן הירוק של הולך הרגל אם גלאי התנועה לא מזהים תנועת כלי רכב

6. מתן שני זמני ירוק להולך הרגל בתוך מחזור אחד כשאין תנועת כלי רכב בקרבת מקום

7. התאמת הזמן הירוק של זוג רמזורים במצבים של חצייה עם אי תנועה לטובת החוצה. הפעלת האור (בלחיצת כפתור) במעבר הראשון מפעיל מייד את המונה של הרמזור השני כך שהמתנה של הולך הרגל מתקצרת.

לאחר ביצוע השינויים ב- 173 רמזורים בקטעי דרך בעיר, החל משנת 2001, נעשו 14,000 תצפיות חצייה באתרים המטופלים כדי להעריך את הענות הציבור ואת רמת הציות לרמזור. הממצא החשוב הוא שזמן ההמתנה הממוצע במעברי חצייה עם בקרה מרכזית ירד ב- 35%, מ- 29 ל- 19 שניות. לעומת זאת, באתרים שעברו לתפעול עצמאי, זמן זה ירד מ- 16 ל- 12 שניות. ממצא נוסף שיש לציין הוא ההפחתה המאסיבית במספר עבירות החצייה של הולכי הרגל, במיוחד במקומות ובשעות בהם התנועה מספיק דלילה כדי שהולך הרגל יתפתה לבצע חצייה פראית אך באופן כללי, ובלי הפתעות, מצאו החוקרים ששיעורי העבריינות של הולכי הרגל נמצאים במתכונת הפוכה לנפחי תנועת כלי הרכב.

דוגמה למעבר "חכם" מוצגת בתמונה שלהלן, בו נוכחות הולך הרגל מזוהה על ידי מערכת הפעלת הרמזור בעזרת גלאי חוצים (מצלמת תת-אדום מעל לרמזור השמאלי) ובעזרת משטח דריכה בו מותקן גלאי נוכחות הולכי רגל או רוכבים (במקום בו נמצא הגלגל האחורי של האופניים שבתמונה):





איור 39. מעבר חצייה עם גלאי תת-אדום לזיהוי הולכי רגל (ווארויק, אנגליה).
(מקור: TRL 1997)

מעברי חצייה מוגני רמזור המצויידיים בלחצן בהפעלת הולך הרגל להזמנת אור ירוק, מכונים בבריטניה "מעברי פליקאן" (בניגוד ל"מעברי זברה" ללא רמזור). למעברים אלו יש תדמית טובה בקרב הציבור וגם רמת הבטיחות שלהם סבירה. אך גם במקומות אלו נפגעים הולכי רגל ובשנת 2002 למשל, חלו בהם 1584 תאונות הולכי רגל עם נפגעים, המהווים 4.1% מכלל הולכי הרגל שנפגעו בתאונות בבריטניה באותה שנה.

צוות מחקר באוניברסיטת Leeds פיתח שיטת מעקב וניטור תקריות בטיחותיות במעבר אחד בעיר. הם התקינו בו מערכות רישום ספירה ומהירויות של כלי רכב וצילומי וידאו של הולכי רגל. הממצאים שנאגרו במשך 5 שנים מבוססים על ניתוח עימותי תנועה (traffic conflict) כשחומרתם מאופיינת כמותית על ידי מרווח הזמן בין עזיבת הולך הרגל את המסעה וזמן הגעת הרכב העלול לפגוע בו ושאתו הוא נמצא בעימות. עימותים מתחוללים כשאחד לפחות משני מתמודדים על המעבר, הולך הרגל וכלי הרכב (או נהגו), לא צייתו לרמזור בצורה זו או אחרת: מעבר באור אדום או מעבר באור צהוב מהבהב. נמצא שברוב המכריע של העימותים, הנהג מאיט כאשר הולך הרגל מאיץ או רץ. הבלימה של כלי הרכב מתרחשת בתחום של בין 25 מ' ל – 12 מ' לפני המעבר כשבמחקרים קודמים על מעברים לא מרומזרים נמצא שבנוכחות הולך רגל על המעבר, הנהגים מתחילים כבר להאיט במרחק של 60 מ' מהמעבר. ממצא זה קשור כנראה לעובדה שבמעבר לא

מרומזר, יש להולך הרגל החוצה זכות קדימה על הנהג כאשר במעבר מרומזר, הנהג יכול להיות מופתע מהולך רגל החוצה בעת שהאור הירוק ניתן לכלי הרכב. המחקר העלה שעימותים חמורים, מאוד קרובים לפגיעה בחוצה, מתחוללים בעת האטת הרכב בערכים של 6 מ' \ ש² ומעלה ועימותים קלים מתחוללים ברמת תאטות של 4.5 מ' \ ש² ומטה. הממצאים הללו חושבו במסגרת הנתונים הבאים על המעבר הנחקר:

ממוצע	ערך מרבי	ערך מזערי	סוג ממצא
706	1140	360	מספר כלי רכב לשעה
933	2220	60	מספר הולכי רגל לשעה
51	70	37	מהירות כלי הרכב (קמ"ש)
1.77	4.26	1.03	מהירות הרגל (מ'ש)

טבלה 31. מהירות הליכה של הולכי רגל (מטר לשנייה) מול כלי רכב

שיטת המחקר והאמצעים שפותחו במסגרתה מהווה כלי להערכת רמת הבטיחות של מעברי חצייה מרומזרים. במעבר שנחקר, נמדדו למשל באחת השעות 2 דקות שבהן חלו עימותים חמורים (עם תאטות של 6 מ' \ ש²) ו- 27 דקות שבהן חלו עימותים קלים עם תאטות של 4.5 מ' \ ש² ומטה. החוקרים מדגישים שמעקב במשך 5 שנים נועד לניטור תאונות ששכיחותן נמוכה מאוד, כאשר המערכת שהם פיתחו מספקת כמות נתונים גדולה מאוד על עימותים בין הולכי רגל וכלי רכב תוך כדי ימים ספורים כך שהערכת רמת הבטיחות של המעבר יכולה להיעשות הרבה יותר מהר מאשר הערכה על סמך נתוני תאונות.

8. הציות לאור אדום:

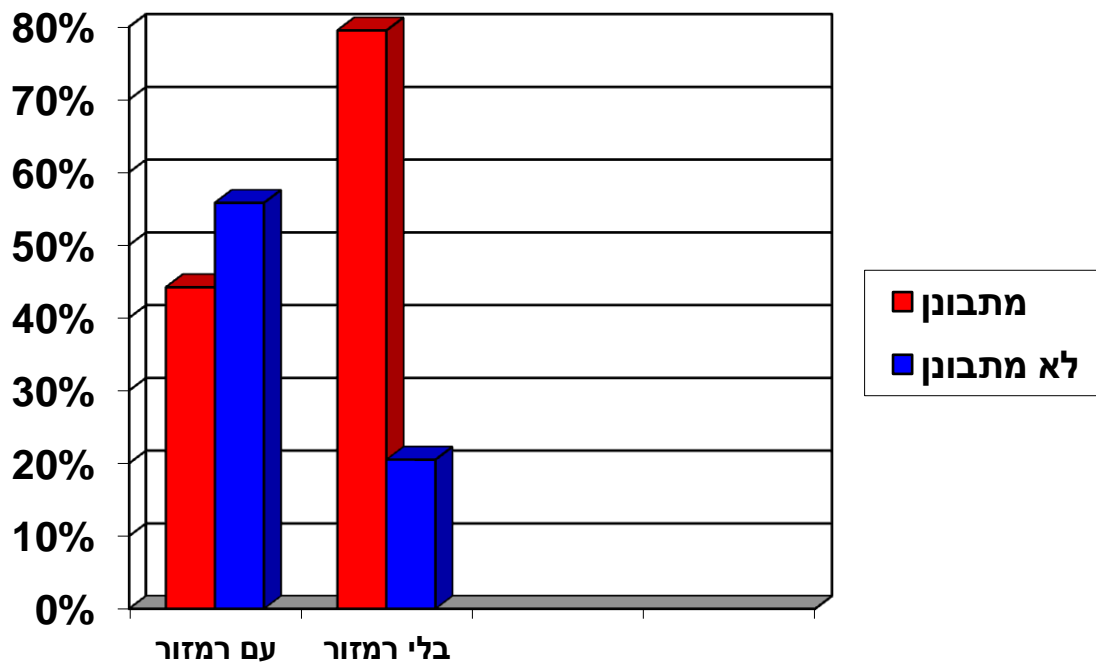
במחקר שנעשה למען הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים (מוקואס 2006), נבדקה רמת הבטיחות של הולכי רגל ממגזרים וגילאים שונים, במקומות שונים בארץ, בעת ביצוע פעולת החצייה ב-25 מעברים מרומזרים עירוניים. התצפיות בוצעו במשך יומיים, לאורך כל שעות היום והערב על 3525



הולכי רגל, הכוללים 52.3% נשים ו- 47.6% גברים בשכונות שונות שביניהן גם הכוללות ריכוזי עולים או אוכלוסייה ערבית (בנצרת ובחיפה):

- נצפו 3525 הולכי רגל בעת חצייה
- 75% עוצרים לפני החצייה,
- 17.3% חוצים באלכסון מחוץ למעבר
- שיעור החצייה באור אדום מגיע לכ- 10% מכלל החוצים
- אי תנועה מגביר במעט את הנטייה לחצות באדום
- 7.5% ממתנינים על הכביש ולא על המדרכה
- 58% מתבוננים לצדדים לפני החצייה
- 7.9% מהולכי הרגל מדברים בטלפון נייד בעת החצייה
- הסיכוי להיתפס על ידי שוטר בחצייה באדום מוערך גבוה יותר במגזר הערבי מאשר במגזר היהודי
- הסיכוי הצפוי לתאונה מוערך בצורה דומה בכל המגזרים

החצייה במעבר מרומזר מגבירה את שאננות החוצה. הממצא מופיע בגרף הבא המבוסס על 2156 תצפיות במעברים מרומזרים ו-1369 תצפיות במעברים לא מרומזרים:



איור 40. שיעור החוצים במעבר המתבוננים שמאלה וימינה לפני החצייה

מעניין להשוות את שיעורי הציות לרמזור בארץ לאלו שנמצאו בפינלנד על ידי Luukkanen (2003) בתצפיות במספר ערים על התנהגותם של כ- 9000 הולכי רגל. רמת הציות לאור אדום מוערכת במחקר ל- 86%, כלומר ברמה קצת יותר נמוכה מזו שנמצאה בישראל.



בנוסף לתצפיות על התנהגות הולכי הרגל, נעשה באותה תקופה סקר תצפיות על כלי רכב העוברים בצמתים מרומזרים (מוקואס 2006) בהזמנת הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים, ונבדקה התנהגות הנהגים בצמתים הנמצאים בשכונות מגורים בעלות מאפייני אוכלוסייה ממגזרים שונים. רמות הציות למופעי הרמזור השונים מוצגות להלן:

מגזר / מופע	עירוני כללי	בין-עירוני כללי	חרדי	ערבי	עולים	סך הכל
אור ירוק + ירוק מהבהב	85.1%	71.7%	92.7%	89.8%	48.1%	79.7%
אור צהוב	10.2%	22.2%	4.7%	5.4%	39.9%	14.8%
אור אדום	4.6%	6.1%	2.7%	4.7%	12.2%	5.5%
מספר תצפיות	1246	1140	300	592	233	3511

טבלה 32. שיעורי מעבר ברמזור לפי סוג מופע וסוג שכונות המגורים בהן נצפו הנהגים

סוג רכב / מופע	פרטי + שטח	ציבורי וכבד	דו - גלגלי
אור ירוק	79.7%	81.1%	81.4%
אור צהוב	15.5%	14.2%	10%
אור אדום	4.8%	4.7%	8.6%
מספר כלי רכב חוצים	2450	833	210

טבלה 33. שיעורי מעבר ברמזור לפי סוג מופע וסוג רכב



למרות היות המחקר מבוסס על תצפיות בעין בלתי מזוינת, כלומר על שיפוט והערכות סובייקטיביות של הצופים לגבי מידת העבירה, תוצאותיו חשובות לקביעת הערך הבטיחותי של מעברי חצייה מרומזרים אשר אינם מספקים תמיד מיגון אמיתי לחוצה. בהערכה שמדובר באומדנים גסים, אך המזהים נטיות ומגמות, הממצאים מצביעים על מספר תופעות חשובות:

- **בדרכים עירוניות**, רמת הציות לרמזור מגיעה לכ- 95% עם שיעור גבוה במיוחד בשכונות החרדיות.

- **בדרכים בין-עירוניות**, רמת הציות הכוללת (ירוק לבד + צהוב) דומה לרמה העירונית אם כי היא קצת יותר נמוכה, אך שיעור **העוברים בצהוב** הרבה יותר גבוה מאשר בתחום העירוני.

- **בשכונת העולים**, שיעור החצייה באור ירוק נמוך בצורה חריגה אך מקביל לו שיעור יוצא דופן של מעבר באור צהוב, ובסך הכל הממצאים לגבי מגזר זה חריגים וטעונים בדיקה נוספת.

- **במגזר הערבי**, לא נמצאו שיעורי ציות לרמזור שונים מהותית מכלל המגזר העירוני בישראל. אמנם הרמזור נדיר יחסית באזורי מגורים של אוכלוסייה זו, כך שהמסקנות מוגבלות.

- השיעור הממוצע של **החצייה באדום** מגיע ל- 5.5% אך הוא מגיע רק לחצי הערך הממוצע בשכונות החרדיות, ובאתר אוכלוסיית העולים שיעור החצייה באדום גבוה פי 2.5 מהממוצע. שוב יש להתייחס בזהירות לממצא זה בגלל מידות המדגם וביצוע תצפיות בצומת אחד בלבד. נראה שגם העצירה בצומת איננה קשורה למופע האדום בלבד, ונמצא שבקרב 3046 נהגים שעצרו בצומת, 88.8% עצרו באור אדום, 4% עצרו באור ירוק ו- 5% עצרו באור צהוב.

שיעור המעבר באור אדום של מכוניות ורכב כבד נמוך מ- 5% לעומת 8.6% אצל רוכבי האופנוע. תאונות חציית צומת באור אדום אינן מיוחדות לארץ וגם בארה"ב הן שכיחות מאוד: בשנים 1997 – 2004 התרחשו בממוצע כל שנה 219,000 תאונות מסוג זה וגרמו ל- 940 הרוגים. לפי Retting (2006), סוג תאונה זה אחראי ל- 30% מהתאונות הקטלניות בצמתים מרומזרים.

גם באוסטרליה דווח על שיעור אי-ציות לרמזור בסדר גודל של 20% מכלל החציות במעבר מרומזר (King 2009) כאשר הסיכון בחצייה באור אדום מגיע ל- 5.9 נפגעים למיליון חוצים לעומת רק 0.7 למיליון בקרב החוצים באור ירוק כחוק.

נעשה שימוש נרחב ברחבי העולם ובתקופות שונות באמצעים טכנולוגיים רבים לייעול ולשיפור בטיחות הולך הרגל בעת החצייה במעבר אך ברוב המקרים, נעשית התקנת האמצעי ללא רקע מדעי המצדיק אותו וללא בקרה מסודרת המעריכה את יתרונותיו בצורה משכנעת. לדוגמה האמצעי המוצג בתמונה שלהלן, המציג לחוצה את מספר השניות הנותרות לחצייה באור הירוק במעבר מרומזר. לא ידוע אם המידע הכמותי אכן תורם לשיפור ביצוע החצייה או לקבלת החלטה נבונה לחצות או להמתין, יותר מאשר הופעת "איש קטן אדום":





איור 41. מונה זמן נותר לחצייה במעבר מרומזר בסנט פטרסבורג (רוסיה)

9. השפעה בטיחותית של המעבר המרומזר:

נבדקה בטיחותם של 31 צמתים לפני ואחרי רימזור בעיר Milwaukee (Short 1982) במשך 3 שנים. המחקר העלה שנגרמה הפחתה ב- 34% במספר תאונות חזית-צד ועלייה ב- 37% בתאונות חזית-אחור. חלה גם עלייה ב- 41% בתאונות אחרות אך לא נמצאה השפעה לרימזור על תאונות פנייה שמאלה ועל תאונות הולכי רגל. גם בפלורידה בדיקת הרימזור של 447 צמתים במשך 10 שנים (Pernia 2002) לא איששה את ההשערה של שיפור חד משמעי ברמת הבטיחות הכוללת אם כי לרימזור יש השפעה מסויימת על סוגי תאונות בודדים. גורם מכריע בהתחוללות תאונות הולכי רגל הוא נפח התנועה בצומת. באופן כללי, כל שנפח התנועה עולה כך גדל מספר תאונות הולכי הרגל. בדיקת שני המשתנים הללו בכ - 1500 צמתים מרומזרים בפלורידה מראה שבאופן גס, מספר תאונות הולכי הרגל נמצא בפרופורציה לשורש המרובע של נפח התנועה. בצורה יותר ציורית אם כי חסרת דיוק, אפשר לומר שגידול פי שלושה בנפח התנועה מכפיל את מספר התאונות של הולכי רגל פי שניים.

Craddock (1992) מנתח את מאפייני הצמתים המרומזרים בהונג קונג לגבי בטיחות הולך הרגל ומצביע על בעיות נראות ועל הבנה לקוייה של התנועה מטעם ההולך. הפרעות לפנייה ימינה (בהונג קונג התנועה מתנהלת מצד שמאל) וחוסר איזון באורך המופעים גורמים להיווצרות תורים במעברי החצייה אך הסיכון להולך הרגל גדול במיוחד בעת זרימה חופשית של כלי הרכב במהירות גבוהה. שיפור הבטיחות בצומת מחייב לפי המחקר, סינכרון המופעים, צמצום מרווחים בין

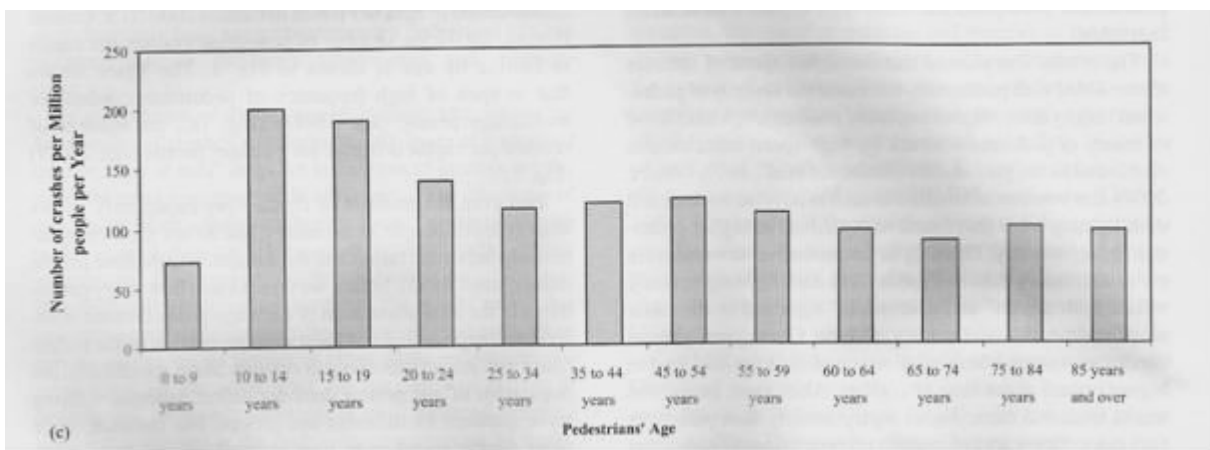
קבוצות כלי הרכב, זיהוי תורים של הולכי רגל והתקנת איי תנועה מרווחים. לעומת זאת, ניתוח השפעת הכללת מופע "אדום כולל" לאחר כל מופע ירוק (כלומר מצב בו יש אור אדום בכל הזרועות בצומת) ב- 51 צמתים שנבחרו אקראית מתוך מדגם של 122, מראה Retting (2002) שב- 3 שנים מספר תאונות הולכי הרגל ורוכבי אופניים ירד ב- 37%.

4700 הולכי רגל נהרגו בתאונות דרכים בארה"ב בשנת 2003 ו- 70,000 נפצעו ברמות חומרה שונות. במדינת פלורידה, נאספו ממצאים על 7000 תאונות הולכי רגל שהתרחשו בצמתים או קרוב לצמתים בשנים 1999 – 2002 ובהן 5% היו תאונות קטלניות.

Lee, Abdel Aty (2005) ניתחו את הנתונים בניסיון לאפיין את סוגי התאונות השונות ובכדי להגדיר דרכי פעולה למניעתן. הממצאים העיקריים הם:

1. נהגים ממין זכר בגיל ביניים (25 – 64) אחראיים יחסית יותר לתאונה
2. יש יותר יחסית תאונות הולכי רגל בחשכה
3. כשהאחריות לתאונה מוטלת על הולך הרגל, התאונה שכיחה יותר בצמתים רבי נתיבים ללא מפרדה מרכזית
4. בצמתים עם תמרורי זכות קדימה יש יותר תאונות של הולכי רגל מאשר בצמתים מרומזרים
5. שילוב גורם החשכה עם גורם השתייה מגביר את ההסתברות לתאונות הולך רגל.

ממצא מפתיע הוא פילוג גיל הנפגעים בתאונות הולכי הרגל שנבדקו. בניגוד למה שמקובל לחשוב, הקבוצה הנפגעת הכי הרבה ביחס לגודלה באוכלוסיה, היא קבוצת הצעירים בני 10 – 19 ולא המבוגרים והקשישים. הסיבה לכך היא כנראה רמת החשיפה הגדולה יותר של הצעירים וכן גם נוכחותם הגדולה יותר ברחוב בשעות החשכה. יתכן גם שגורם השתייה המסביר חלק מהתאונות שהאחריות עליהן מיוחסות להולך הרגל, שכיח יותר בקרב הצעירים.



איור 42. מספר תאונות הולך רגל למיליון אנשים בכל קבוצת גיל



10. גורמי תשתית המשפיעים על התנהגות המשתמש בדרך:

מחקר גרמני על ההתנהגות בקרבת מעברי חצייה (Fusser 1994) מצביע על המגמות הבאות: כשאזרור המעבר נשלט על ידי תנועת כלי הרכב, הם נעים יותר מהיר וממעייטים לוותר להולך הרגל, כשנפח ההולכים מאפשר להם שליטה על תחום החצייה, רמת הבטיחות יותר גבוהה בגלל הירידה במהירות התנועה ובנפחי תנועה נמוכים (פחות מ – 400 כלי רכב לשעה) מומלץ להצר את תחום הכביש בקרבת המעבר כדי להאיט את התנועה. בנפחי תנועה בינוניים עד גבוהים (400 – 1200 כלי רכב בשעה), יש להתקין אי תנועה המפריד בין שני זרמי תנועה מנוגדים.

עוד נמצא במחקר הגרמני שהתקנת האי במרכז המסעה חייבת להדגיש את נראות הולך הרגל ולתת לו מספיק מקום, לצייד את האי בתאורה ובתמרורים ולייצור משטחי זיהוי בקרבת האי כדי להדגיש את נוכחותו. כלי הרכב צריכים להאיט בקרבת האי ואת ניתן להשיג על ידי פסי הרעדה, הצרת המעבר ופיתולו בנוסף לקביעת מהירות נסיעה מרבית נמוכה.

המגמות לשיפור בטיחות הולך והחוצה:

אחת הגישות היעילות ביותר ליצירת אווירת בטיחות להולך הרגל היא שכונת המגורים המגוננת בה המהירות מוגבלת ל – 30 קמ"ש. שכונות מגורים אלו משיגות את יעד מיתון התנועה ללא ביטולה המלא, דבר שאינו מעשי, על ידי האמצעים ההנדסיים הבאים:

- שבירת רצף התנועה על ידי פיתול נתיבי הנסיעה
- יצירת נתיב נסיעה מסובך על ידי חסימות חלקיות המחייבות האטה
- הגבהת מעברי החצייה בעזרת גבשושית רחבה בעלת חתך מלבני
- הצרת המסעה על ידי משטחים דמויי כרית ועל ידי חלקי כביש מחוספסים
- כניסות מורמות לשכונה המוגנת בעלות אפיוני מירקם וצבע המדגישים את השוני ביחס לכביש הרגיל
- הרחבת המדרכות על חשבון המסעה תוך כדי יצירת מעברים צרים המעודדים את הנהגים להאטה
- הצרות המסעה ופיתול זרועות בצמתים

כל האמצעים הללו מיועדים למתן את התנועה וליצור בקרב הנהגים תודעה של עדיפות להולך הרגל אשר נוכחותו מובלטת במעברי החצייה ואשר המפגש שלו נעשה עם כלי הרכב כשאלו מחוייבים לתנועה איטית המעודדת נכונות גבוהה לעצור ולתת לו לעבור.

אמצעי יותר פולשני מבחינתו של הנהג, הנמצא כיום בפיתוח, מבוסס על תקשורת לוויינים (GPS) בין הרכב ומערכת בקרה מרכזית המזהה את מיקום הרכב בדיוק מטרי, והמשתלטת על האצת הרכב בעת מעבר בנקודה בה המהירות מוגבלת, אם הנהג לוחץ יותר מדי על דוושת הדלק. מערכת זו (ISA: Intelligent Speed Adaptation) יכולה להשפיע רבות על בטיחות הולך הרגל באזורי סיכון תוך כדי שקלול וויסות המהירות בגורמי תנועה ומזג אוויר. בניסויי נהיגה ברכב מצויד במערכת, הצביעו נהגי הניסוי על קושי מסויים לקבל את החלטות ה"אח הגדול", ומאידך, נמצא שהתנהגותם משתפרת מול הולכי הרגל. חישוב תיאורטי (Ma 2005) של השפעת מערכת זו במקרה של הצטיידות כללית בכל כלי הרכב, מצביע על רווח בטיחותי בצמצום תאונות עם הולך רגל הפורץ בפתאומיות לכביש.





איור 43. היעדר מקום על המדרכה מעודד המתנה מסוכנת על הכביש בירושלים

בהולנד מעריכים (SWOV 2006) ש – 28% מהתאונות הקטלניות ו – 22% מכלל התאונות של הולכי רגל מתרחשות במעברי חצייה. בעיקרון המעבר בצמתים בטוח יותר מאלו המוצבים בקטעי דרך ומעבר מרומזר בטוח יותר ממעבר ללא רמזור, לפחות בכבישים סואנים ובתנאי שמיקומו ואבזורו תקינים. בהולנד פותח בשנים האחרונות מודל של "בטיחות בת קיימא" (Sustainable Safety) לפיה מעבר חצייה בטיחותי חייב לקיים את תנאי היסוד הבאים :

- קיום אמצעי הנדסי למיתון מהירות, כמו הצרת המסעה, גבשושית או הגבהת משטח החצייה
- סימון המעבר (פסי "זברה") ברוחב של לפחות 4 מטרים
- הצבת תמרור הזהרה לפני המעבר
- הצבת אותו תמרור עם תאורה פנימית מעל למעבר
- שימוש בתאורת רחוב בגוון שונה מהתאורה הרגילה
- סימון על המדרכה בעזרת אבנים משתלבות המכוון את הולך הרגל למעבר המסומן
- משטח מחוספס בכניסה וביציאה מהמעבר כולל באזור המשופע בין המדרכה למסעה
- בניית אי מרכזי בכביש רחב
- הגבלת מהירות כלי הרכב ל – 30 קמ"ש בקרבת המעבר



איור 44. חצייה מסוכנת בקטע דרך ומחוץ למעבר מסומן

סיכון היתר בחצייה בקטע דרך נובע ממהירות כלי הרכב בקו ישר, למרות ששדה הראייה פתוח לשני הכיוונים, וכן גם מעקיפות שאין ההולך צופה וכשהוא מוסתר מהנהג העוקף על ידי הרכב הנעקף.

11. מעברים עיליים ותת-קרקעיים:

במקומות רבים ובמיוחד בקטעים עמוסים בכבישים בין-עירוניים, לגשר העילי אין תחליף לחציית הולכי רגל בבטחה, אך בשטח עירוני מעט מדי הולכי רגל משתמשים בהם גם כשהם זמינים, בגלל המאמץ הפיזי הנדרש כדי לטפס על מדרגות לא נוחות, אך גם בגלל מבנה לא ידידותי של מעברים שבתכנונם לא נלקחו בחשבון כל מרכיבי הנדסת אנוש.



איור 45. מדרגות במעבר עילי: למטיבי לכת בלבד!

תמונה זו ממחישה את כישלון מעברי החצייה העיליים: אנשים נמנעים מלהשתמש בהם ומעדיפים מעבר במישור. לגבי קשישים המשימה כמעט בלתי אפשרית ולגבי נכים ההתעלמות מוחלטת! בפועל, זהו הפתרון לחציית רחוב בבטחה... בתנאי שהמדרגות ינועו! אם המערכת הציבורית איננה מסוגלת למצוא את המשאבים הנחוצים להתקנת מדרגות נעות במעברי חציה עיליים, סביר להניח שברוב המקרים, מלבד מספר מקומות שבהם החצייה במישור בלתי אפשרית פיזית (או מהווה התאבדות וודאית!), מעברים אלו יישארו ריקים מאדם.

בעיה נוספת שמציג המעבר העילי הוא תחושת חוסר הבטיחות הנובעת מבניית דופן המעבר ממשטחי בטון רציפים החוסמים את שדה הראייה ואת נראותו של העובר בדרך. חלק גדול מהמעברים נבנו במימון חברות פרסום המנצלות את כל השטח האנכי, דבר המתיר לחוצה מסדרון צר ומפחיד. יש לאסור על בניית המעברים בצורה זו ולחייב בניית קירות פתוחים בלבד. בדידותו של הולך הרגל החוצה את הכביש על גשר עילי מומחשת בתמונות הבאות:



איור 46. מעברי חצייה עיליים מפגינים בידוד מאיים מהסביבה

שני המעברים העיליים הללו צולמו באזור תל אביב: מימין מעבר בנאות אפקה (על יד בית אבות) משמאל המעבר מעל לכביש החוף בקרבת צומת גלילות.



איור 47. העדפת חצייה במישור על פני מעבר חצייה עילי מעל לכביש החוף

הפתרון : מדרגות נעות ומעבר חשוף וידידותי.



איור 48. מדרגות נעות במעבר העילי בלאס וגאס.

ראוי לציון שבמעוז זה של הקפיטליזם, המעבר איננו נושא שלטי פרסום החוסמים את שדה הראייה, והולכי רגל נעים בבטחה ונהנים מהנוף ללא חשש מתקיפה במעבר אפל. גם בארץ אפשר למצוא דוגמה נאה לפיתרון זה :



איור 49. מדרגות נעות בגשר להולכי רגל בדרך בגין בתל אביב

הולך הרגל מעדיף חצייה במישור לעומת טיפוס מעייף במדרגות ושימוש במעבר חצייה עילי אפילו בדרך סואנת ומסוכנת. דבר זה מצביע על הצורך בתכנון אמצעי חצייה ידידותיים המבוססים על עקרונות הנדסת אנוש ועל ניתוח הצרכים והמגבלות של בני אדם בשכבות גיל שונות. בהיעדר ניתוח מסוג זה, מושקעים משאבים רבים בפיתוח אמצעים בלתי יעילים ושלא נעשה בהם שימוש. כשמוצע לציבור פיתרון נוח, הוא מאמץ אותו ומבטל את הצורך במאמץ אכיפתי. אמנם מדרגות נעות מהוות פיתרון טכנולוגי יקר, אך הוא מספק שירות מרבי. בהיעדרו, יש לפחות לדאוג לדרך גישה נוחה בעזרת כבש עלייה ("רמפה") בשיפוע מתון. בעיה דומה מציג המעבר התת-קרקעי שגם הוא מחייב מדרגות נעות כדי לשמש ביעילות את ההולך ושגם הוא מציג בעיה ביטחונית לא פתורה בהיותו מוקד לתקיפות ולאלימות.



איור 50. כבש העלייה בשיפוע מתון למעבר עילי בחולון

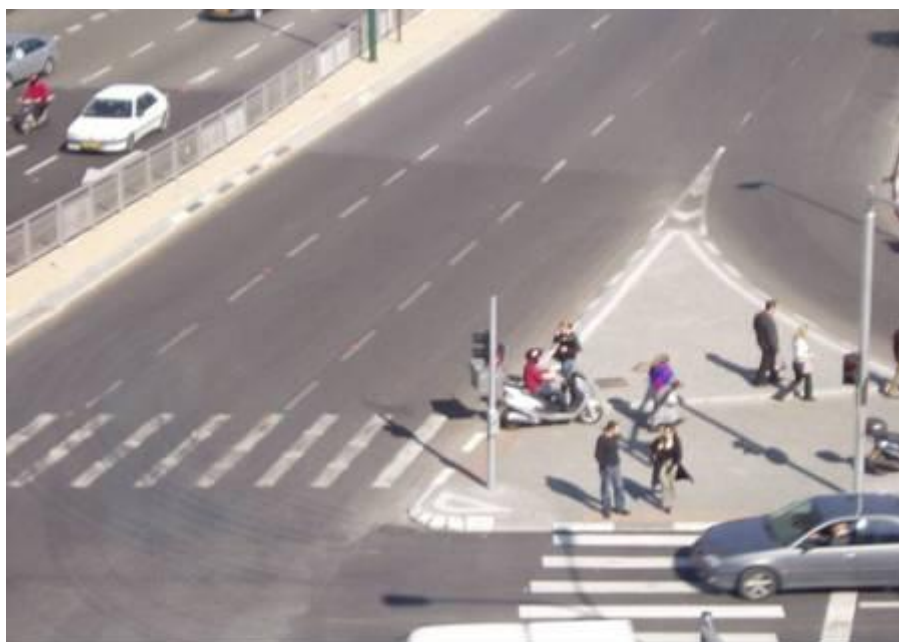
הולך הרגל אינו מתמודד רק על אזור המעבר המשותף בכביש עם כלי הרכב, אלא לעיתים גם על השימוש במשטחים המתוכננים להגנתו. בתמונות שלהלן, משתמש רוכב אופנוע במעבר חצייה בעירוב עם הולכי רגל חסרי מגן:



איור 51 . שותף בלתי רצוי על אי תנועה



איור 52 . רוכב אופנוע חוצה את הכביש במעבר חצייה המיועד להולכי רגל



איור 53. הרוכב ממשיך בדרכו על אי תנועה בין הולכי רגל



איור 54. מחסום למניעת שימוש במעבר חצייה על ידי אופנועים (ברומא)



איור 55. מעבר חצייה עילי בטוקיו : בלי פרסומות וללא הסתרת ההולך
(אך גם ללא התייחסות לנכים)

12. השיקול המרחבי

12.1 קעור מול קמור

ההחלטה לחצות את הכביש מחייבת את הולך הרגל לשקול אם הפעולה מתבצעת בזמן ובמקום המתאימים. הוא חייב להעריך אם פער הזמן בינו ובין כלי רכב מתקרב, אכן מספיק גדול לביצוע החצייה, ביחס למהירות המשוערת של הרכב ובהתאם למהירות ההליכה של החוצה בניצב לתנועת הרכב. הכל תלוי אם כן ביכולתו של הולך הרגל לזהות נוכחות רכב בתנועה במרחק רב דייו כדי לנצל פער זמן יעיל. מכאן הצורך בבחירה מושכלת של נקודת היציאה לעבר הכביש. התמונות הבאות ממחישות את השפעת הגיאומטריה על שדה הראייה של החוצה. שתי התמונות צולמו באותו מקום, משני עברי הרחוב. בראשונה, החוצה נמצא בחלקו ה"קמורי" של הכביש שבו שדה הראייה מצומצם, לעומת הצד שממול, הנמצא בחלק ה"קעורי", ובו שדה הראייה לשמאל פתוח יותר. מכאן, שאין סימטריה במקום החצייה ברחוב מעוקל, ואיכן שחוצים לכיוון אחד איננו בהכרח המקום המיטבי לחצייה בכיוון הנגדי.



איור 56. חצייה בעיקול: הצד ה"קמור" מסתיר רכב אפשרי מימין



איור 57. חצייה בעיקול מהצד הנגדי, ה"קעור" המאפשר שדה ראייה רחב

בחירה במקום החצייה צריכה לקחת בחשבון את עקמומיות הרחוב כדי להשיג שדה ראייה רחב וכדי לזהות את כלי הרכב רחוק ככל האפשר, כנראה בתמונה הבאה:



איור 58. "קיעור" קל מספק לחוצה שדה ראייה נרחב לאיתור רכב מתקרב

12.2 כיווני החצייה בצמתים

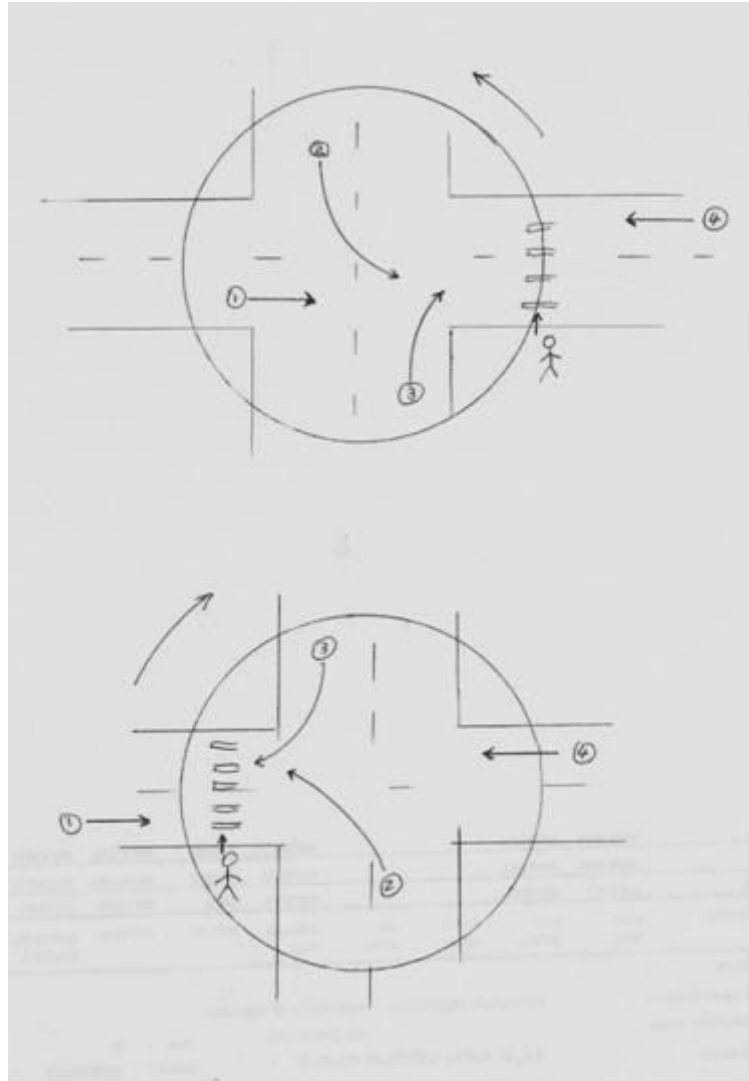
מקום רגיש מבחינתו של הולך הרגל הוא הצומת שבו מותקנים מעברי חצייה ובו עדיף לבצע את חציית הרחוב לעומת חצייה בקטעי דרך לא מסומנים. אך החצייה בצומת מעמידה בפני החוצה דרישה לקשב רב בגלל כיוונים שונים להופעת הרכב המאיים ובמיוחד היא דורשת התמודדות עם סיכון מרכב המגיח מאחורי החוצה.

בצומת רגיל נמצא החוצה באופן בלתי נמנע במצב של סיכון מאחור, בשלב זה או אחר של החצייה, בכל מקום בו הוא בחר לחצות. לעומת זאת, בצומת עם מעגל תנועה, יש הבדל בין חצייה מעגלית בכיוון מחוגי השעון או בכיוון נגדי, כנראה בתמונה הבאה: תנועת ההולך (מימין לשמאל בצילום) על מעברי החצייה, בכיוון מחוגי השעון, חושפת אותו לאיום של כלי רכב מתקרב משמאלו, בחלק הראשון של החצייה, ולאחר מכאן, מעבר לאי התנועה, לרכב מימינו או ממולו. את אלו הוא יכול לראות יחסית בקלות, ולהימנע מפגיעתם. לעומת זאת, אם החוצה נע בכיוון הפוך, משמאל לימין בתמונה, הוא נחשף כבר בחלק הראשון של החצייה לאיום של כלי רכב משמאלו (כמו הרכב המופיע בתמונה) אך גם מכלי רכב שיכול להופיע מאחוריו. ניתן למנוע תופעה זו אם יאמץ הולך הרגל את ההרגל לחצות צומת מעגלי בכיוון מחוגי השעון. זהו יתרון נוסף למעגל תנועה בהשוואה לצומת רגיל.



איור 59. צומת מעגלי: חצייה בכיוון מחוגי השעון מונעת הפתעה מרכב המגיע מאחור

בצומת רגיל, שאין בו מעגל תנועה, לא עומד לזכותו של החוצה יתרון האי-סימטריות ומספר העימותים האפשריים בין כלי רכב לחוצה נשאר קבוע, בין שתנועת החוצה בכיוון מחוגי השעון ובין שהיא מתבצעת בכיוון הפוך, ומכאן שלכאורה הסיכון שווה. בפועל, יתרון "הכיוון עם מחוגי השעון" מתקיים גם בצומת רגיל תודות לעובדה שהסיכון בחלק הראשון של החצייה קטן יותר מאשר בחלקו השני. לפי Zeeger (1998), בסיכום מחקרים רבים בארה"ב על בטיחות הולך הרגל, מסתבר ש – 24% מהפגיעות בהולכי הרגל נובעות מהתפרצות לכביש (dartout) בעת שהחוצה נמצא בחלקו הראשון של הכביש. לעומת זאת, רק 10% מהחוצים תוך התפרצות לכביש נפגעו בעת היותם בחלקו השני. נתון זה מחוזק על ידי ממצאיו של Campbell (2004) שהוצגו בעמודים קודמים. סביר להניח שהשוני בשכיחות ההיפגעות קשור להפתעת הנהג מול הולך רגל המתפרץ לכביש. לפיכך רצוי לצמצם יותר את העומס התפיסתי של שני השחקנים, ההולך והנהג, בהתחלת המפגש הבלתי צפוי, כלומר בחלקו הראשון של הכביש, דבר המתקיים בחצייה בכיוון מחוגי השעון, בשעה שחצייה בכיוון הנגדי, מעמיסה את רוב העימותים דווקא בהתחלת החצייה ולא בחלקה השני. התהליך מוצג באיור הבא:



איור 60. חציית צומת בכיוון מחוגי השעון ונגד הכיוון

באיור העליון נע הולך הרגל נגד כיוון מחוגי השעון. בהתחלת החצייה, הוא נמצא בעימות עם שלושה כלי רכב לעומת אחד בלבד בחלק השני של החצייה. בחציית צומת בכיוון מחוגי השעון, כנראה באיור התחתון, החוצה מתחיל בעימות יחיד בחצי הראשון של הכביש ונתקל בעימות עם שלושה כלי רכב בחצי השני של הכביש שהוא חוצה. שוב מתברר עד כמה חשוב להולך הרגל המתכוון לחצות את הכביש, לכלכל את מעשיו בתבונה ולבחור את המקום המיטבי לביצוע פעולתו המסוכנת. בכל מקרה, כמו שהדבר הוצג בפרק ד' 3, בצמתים חד-סטריים, הסיכון גדול בעיקר מרכב הפונה שמאלה (רכב מס' 2 בשני האיורים).

פרק ד. תכנון עירוני ובטיחות הולך הרגל

1. התפתחות המארג העירוני למען הולך הרגל
2. הקשר בין גודל האוכלוסייה העירונית ובטיחות הולך הרגל
3. גישות בשילוב תנועת הולכי הרגל וכלי הרכב
4. האמצעים למיגון הולך הרגל



איור 61. ילדים במעבר חצייה בעת היציאה מבית הספר : אווירה של שאננות בחצייה המשותפת.

1. התפתחות המארג העירוני למען הולך הרגל:

בעולם המודרני, רוב בני האדם חיים במסגרת המרחב העירוני, כלומר ברמת צפיפות אופקית ואנכית גבוהה. מגורים צפופים יוצרים את המארג העירוני, בו הולכי רגל נתקלים בכל רגע בכלי רכב מנועיים ונמצאים איתם בתחרות על השימוש בשטחים המיועדים לתנועה. העימות בין הרכב וההולך מניב תאונות ונפגעים רבים, ושאלת השילוב בין צרכני שטח בעלי אינטרסים שונים עולה שוב ושוב בתכנון מקומות מגורים חדשים, כמו בטיפול השותף ובשיקום אזורי מגורים קיימים.

העיר איננה דבר חדש, והעיר הגדולה והסואנת בה הולכים, רוכבים ונהגים (של עגלות וכרכרות) נאבקים על מקום תמיד מצומצם יחסית להיקף צרכי התנועה והובלת סחורות ומצרכים, היתה עובדה בולטת גם בעת העתיקה, ברומא, בנינוה, בביג'ין ובערי האינקה.

לתכנון העירוני היסטוריה ארוכה מאז העת העתיקה ודרך פיתוח ערי מבצר ומרכזי שלטון בימי הביניים. בסוף המאה ה-19, התחיל זרם רעיוני חדשני לפתח את המגמה לתכנון בתים ושכונות מגורים העונים על צרכי היגיינה ואיכות חיים ולא רק להספקת מחסה מזערי לאוכלוסיות מעוטות אמצעים. מגמה זו הביאה את רעיון "עיר הגנים" המשלבת מגורים עם שטחים ירוקים במסגרת ערים קטנות ובניגוד להתפתחות המטרופולין הענקית והבלתי אנושית באירופה ובארה"ב. אך ההתייחסות לצרכי הולך הרגל לא באה לכדי ביטוי, במיוחד במישור הבטיחותי, אלא רק במחצית השנייה של המאה העשרים ובעיקר על רקע הקמת ערים חדשות לאחר מלחמת העולם השנייה והתפתחות התחבורה ברכב הפרטי.

אמנם רעיון הפרדת זרמי התנועה הוצג כבר בתחילת המאה העשרים ופותח על ידי הוגי דעות כמו האדריכל Le Corbusier כאמצעי למניעת תאונות, הוא לא הגיע ליישום בתחום העירוני מסיבות מעשיות, אלא רק במקומות בודדים. דווקא רעיון הפוך ובמידה מרובה לא פחות מהפכני, קרם עור וגידים בהולנד בשנות ה-70 ל המאה ה-20, והתפרסם בשם "woonerf" או "מתחם מגורים" בו כל זרמי התנועה מעורבים אך נעים במהירות מתונה. גישה זו דוגלת בתכנון שכונות מגורים בצורה שאיננה מאפשרת נסיעה מהירה ומסוכנת, תודות לשימוש באמצעים הנדסיים כמו מחסומים חלקיים, פיתול נתיב הנסיעה לשבירת הקו הישר המעודד מהירות, גינון וריהוט רחוב לעידוד ההליכה, וכן גם ביטול המדרכה ושימוש במלוא המרחב הציבורי על ידי כל המשתמשים בדרך. זהו מודל "הרחוב ההולנדי" הנפוץ בשכונות מגורים רבות בארץ.

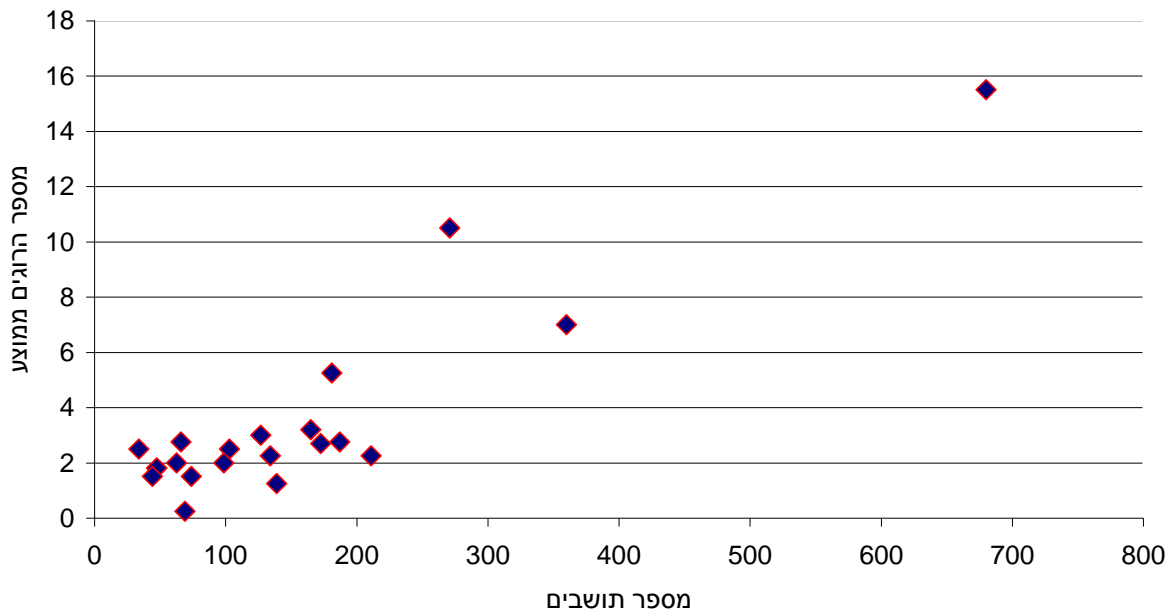


2. הקשר בין גודל האוכלוסייה העירונית ובטיחות הולך הרגל:

להיפגעות הולך הרגל יש גם קשר למקום מגוריו: תאונות הולכי רגל מתרחשות בעיקר בשטח עירוני. בעיקרון ישובים קטנים מסכנים פחות את ההולך מאשר ערים גדולות בהן נעה תנועת רכב עזה ובה נמצא הולך הרגל בעימותים בלתי פוסקים עם כלי רכב שנעים במהירות גבוהה. אך בדיקת המתרחש בערים הגדולות מראה שהקשר בין גודל העיר (המוגדר לפי גודל האוכלוסייה) ובין הקטל בדרכים אינו פשוט. הגרף שלהלן ממחיש את הקשר בין גודל האוכלוסייה במדגם של 23 הערים הגדולות בארץ, שבהן האוכלוסייה מעל ל- 50,000 תושבים, ומספר הולכי הרגל שנהרגו בתאונות דרכים באותן ערים במוצע שנתי, בשנים 2000 – 2003.

מספר הולכי הרגל הנפגעים בתאונה קטלנית גדל עם האוכלוסייה אך בולט במיוחד מצבה הגרוע של חיפה בהשוואה לערים גדולות יותר או בעלות אוכלוסייה קצת יותר קטנה. אם מתייחסים למדגם רחב יותר של הערים בארץ שמעל ל- 45,000 תושבים הכולל את אשקלון, גבעתיים, חולון, חדרה, נהריה, נצרת עילית, נתניה, פתח תקווה, רחובות, רמלה ורעננה, הממצאים מתפלגים כדלהלן:

מספר הולכי רגל הרוגים בשטח עירוני - ממוצע שנתי בשנים 2000 - 2003



איור 62. פילוג 20 ערים לפי מדד ממוצע הולכי רגל ההרוגים השנתי ולפי גודל האוכלוסייה (אלפי תושבים)

הערים במדגם הן: אשדוד, אשקלון, באר שבע, בת ים, בני ברק, גבעתיים, הרצליה, חדרה, חולון, חיפה, ירושלים, כפר סבא, לוד, נהריה, נצרת, נתניה, פתח תקווה, ראשון לציון, רחובות, רמלה, רמת גן, רעננה, תל אביב.

לגודל האוכלוסייה אין משמעות ברורה על מספר הולכי הרגל הנהרגים בתאונות בתחום אוכלוסייה של בין 40 ל- 200 אלף תושבים עם ממצאים קיצוניים כמו חולון (עם 4.2 הרוגים ל-



166,000 תושבים) או בכיוון ההפוך, רעננה (0.25 הרוגים לשנה ל - 69,000 תושבים). יש אם כן ערים בטוחות יותר ובטוחות פחות, עם אותה אוכלוסייה, ולתשתית המקומית יש כנראה משמעות רבה בהשגת רמה זו או אחרת של בטיחות הולך הרגל.

בשלושת הערים הגדולות, מספר הולכי הרגל שנהרגו גדול מאשר בערים היותר קטנות, אך במספר רב של ערים שאוכלוסייתן נעה בין 50 ל - 200 אלף תושבים, התמונה איננה חד משמעית: בחולון למשל יש 4.2 הרוגים בממוצע עם 166,000 תושבים, לעומת 0.25 הרוגים לשנה ברעננה עם אוכלוסייה של 69,000 תושבים. משמעות הדברים היא שיש ערים בגודל דומה המגוננות יותר על הולך הרגל מאשר ערים אחרות. מיגון זה בא לכדי ביטוי בהשקעה בתשתית יותר ידידותית, בטיפול במצוקת החוצים במעברים משופרים, כמו גם בפעילות הדרכתית בבתי הספר ובמסגרות קהילתיות למען הולכי רגל מבוגרים ובאכיפה משטרתית ייעודית.

ממצאים אלו תואמים למתרחש בעולם הרחב ובמקומות שונים נצפה גידול במספר תאונות הולכי רגל ככל שדרכים עורקיות בין-עירוניות מתפתחות לצירים עירוניים בעקבות פיתוח בנייה מסחרית לאורכם. בדרכים אלו בהן התנועה כבדה, זרם הולכי רגל הנמשכים למוקדי המסחר יוצר בעיות בטיחות במיוחד שהתשתית לא היתה מיועדת לשימוש נרחב של הולכי רגל. תופעה זו המוכרת היטב בארה"ב (Hess 2004) מתרחשת גם בארץ, במרכזי הקניות הבין-עירוניים לאורך הכביש 2 למשל או בצומת בילו על יד כפר סבא. במקומות אלו נקודות תורפה עיקריות הן מעברי חצייה ומיקום ומבנה תחנות אוטובוסים המשמשות את הולכי הרגל.

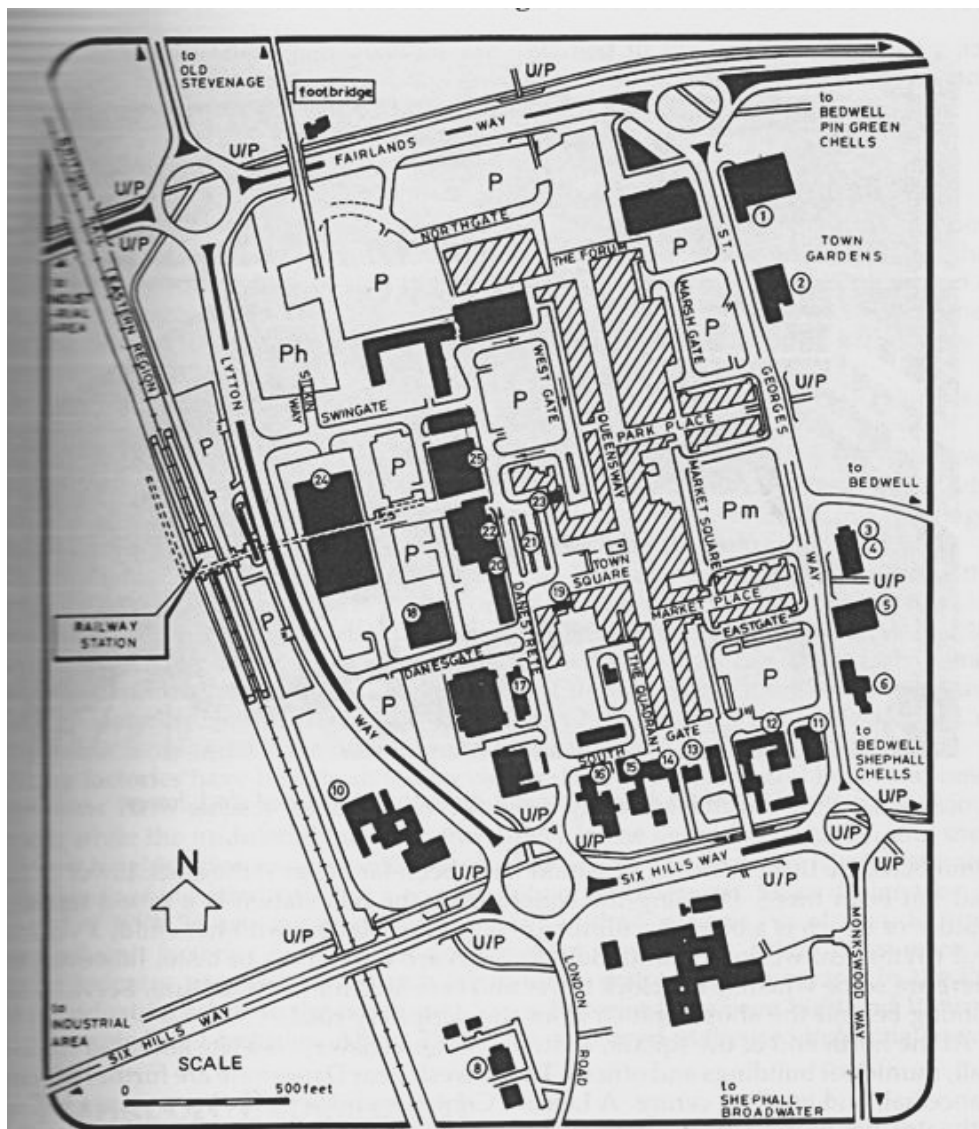
3. גישות בשילוב תנועת הולכי הרגל וכלי הרכב:

רוב בני האדם חיים היום באזורי מגורים צפופים, כלומר בשטח עירוני, והם נתקלים בתנועת כלי רכב כמעט ללא הפסקה ברגע שהם נמצאים במרחב בציבורי. לפיכך צורת המרחב וחלוקתו בין שטח מיועד לתנועת כלי הרכב ובין משטחים מוגנים לטובת הולך הרגל, משפיעות על אופן התנהגותו, מהירות הליכתו, כיווני תנועתו, ורמת חשדנותו לגבי הסיכון האפשרי. המבנה ההנדסי מעצב את זרימת תנועת ההולכים, אך גם, במידה מרובה, את רמת הציות שלו לחוקי השימוש במרחב בציבורי.

התפתחות התנועה המנועית במאה ה - 20 הובילה להתנגשות בין צרכי הנהג וצרכי ההולך, כשהמגמה השולטת באירופה ובצפון אמריקה היתה לטובת הרכב, בצורת נתיבי תנועה רחבים והקרבת השטח הציבורי על מזבח החנייה. עם זאת, התפתחה במספר מקומות מגמה שונה במידה מסויימת, של אזורי מגורים ממוגנים תודות להפרדתם מהתנועה הראשית, כשזו מנותבת לדרכים עוקפות בצורת כבש טבעת, שממנו נשלחים כבישי גישה לרובעי העיר השונים.

אחרי 1945 הוקמו בבריטניה 28 ערים חדשות סביב המרכזים העירוניים המסורתיים בהן מקומו של הולך הרגל קיבל משקל גדול יותר בחלוקת המרחב הציבורי ובשימוש. הדוגמה הבולטת היא העיר Stevenage הנמצאת כ - 50 ק"מ מלונדון, בה הוקם לראשונה בעיר מודרנית מרכז עירוני ללא תנועת רכב פרטי. תכנית המרכז מתוארת במפה שלהלן:

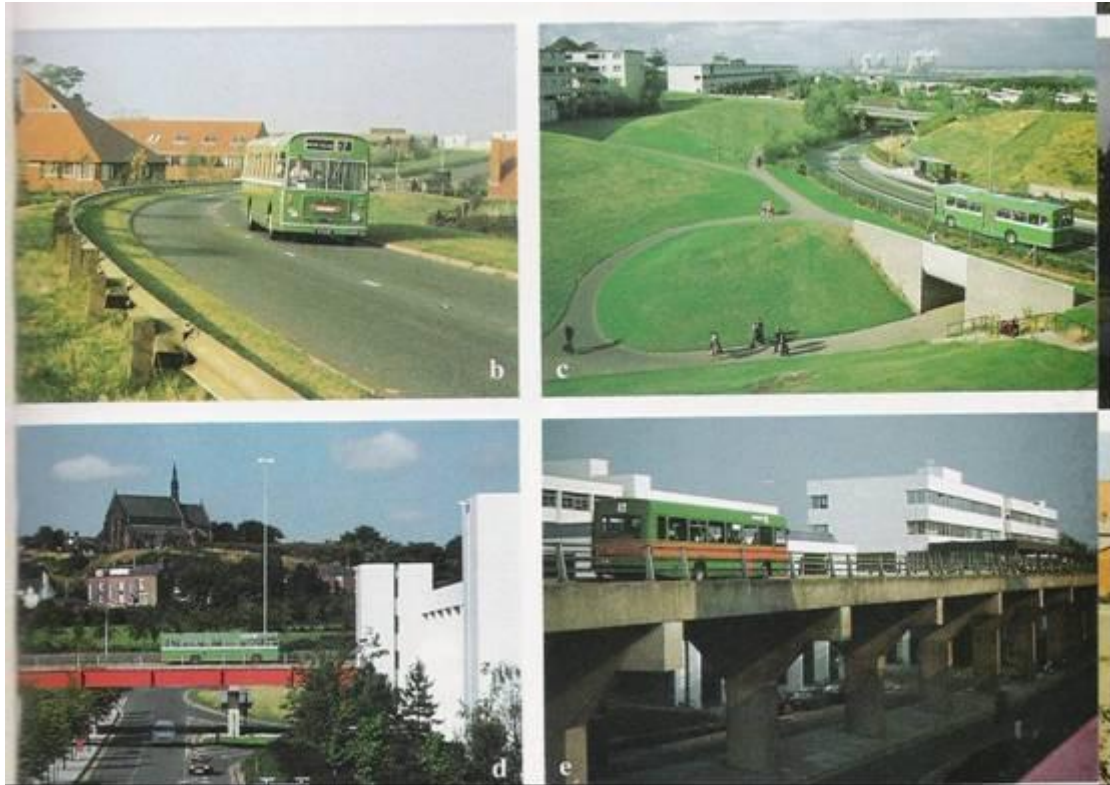




איור 63. תכנית המרכז העירוני של Stevenage המבוסס על עקרון המדרחוב עם כביש עילי טבעתי לתחבורה ציבורית המתחבר במעגלי תנועה לרשת הדרכים הכללית

גם בערים אחרות יושם עיקרון הכביש הייעודי לתחבורה ציבורית כמו למשל בעיר Runcorn שבצפון אנגליה, שבה הוקם מסלול לאוטובוס החוצה את העיר בצורת 8. יש משמעות מרובה למתן עדיפות לתחבורה הציבורית על ידי כביש ייעודי לא רק מבחינה אקולוגית וחברתית אלא גם ביחס לבטיחותו של הולך הרגל, הנע באזור ללא תנועת רכב פרטי. עם זאת, בניית מרחב עירוני עם הפרדה בין תנועת הרכב והולכי הרגל איננה זולה, מגדילה את המרחקים, וכמו שהדבר נראה באיור (c), כרוכה במעברים תת-קרקעיים לפעמים בלתי ידידותיים.





איור 64. דוגמאות לתכנון עירוני המבוסס על מסלולי תנועה נפרדת לכלי רכב ולהולכי רגל בעיר Runcorn בבריטניה עם כביש עלילי יעודי לאוטובוס

בתוך העיר, מבנה השכונה משפיע בצורה מכריעה על רמת הבטיחות של המשתמשים בדרך, ובעיקר הולכי הרגל. בצד הגישה הדוגלת בהפרדה מוחלטת בין ההולכים והנוסעים, כמו שהיא באה לכדי ביטוי במדרחוב או במרכזים עירוניים כדוגמת סטיוואג', קיימת גם גישה "מעורבת" הדוגלת במתן אפשרות לשני זרמי התנועה להתנהל ביחד, תוך כדי מניעת תנועת רכב מהירה מדי. גישה זו מיושמת למשל ב- "woonerf" ההולנדי או באופן כללי באזורי מיתון תנועה בתוך ערים רבות בעולם. אזור זה משלב פיתולים, מחסומים חלקיים ותכנון ארכיטקטוני המדגיש את האופי המיוחד של השכונה והמעודד זהירות ונסיעה במהירות נמוכה, כשהולכי הרגל וכלי הרכב מתחלקים באותו שטח בלי הבדל פיסי בין מסעה למדרכה. לגישה המעורבת יש יתרונות ייחוס כיון שלא תמיד יש אפשרות מציאותית להפריד בין הולכים ונוסעים: כל אלו זקוקים לנקודות ממשק בהן חלק מהזרם הראשון עובר למצב השני.

גישה שונה, אם כי לא פחות מהפכנית, מציגה פיתרון "אנכי" לבעיית המפגש בין זרמי התנועה המנוגדים של כלי רכב ושל הולכי רגל: בגישה זו, מערך הנדסי של מעברים, מנהרות, גשרים ומדרגות מחלק את המרחב למישור תחבורתי, לעיתים גם הוא במספר מפלסים (לתנועת הרכב ולחנייה), ולמישור מוגן של הולכי רגל, בקומה עליונה, ובצפיפות בנייה גבוהה. דוגמאות לגישה זו נמצאות ב – Louvain la Neuve בבלגיה וברובע "La Defense" במערב פאריז. לגישה זו יש הרבה יתרונות ובמיוחד מבחינת הבטיחות של הולכי הרגל, המבודד מתנועת כלי הרכב, אך עלותה העצומה מונעת את יישומה מלבד במקומות בודדים.



איור 65. גשר להולכי רגל בתל אביב עם כניסה ישירה למרכז המסחרי

הקורבן השלישי

הפריסה המרחבית של מבנים וכבישים איננה רק פועל יוצא של אילוצי קרקע ועלויות. המתכנן מיישם בעת קביעת מאפייני תכניתו חזון כלשהו שלעיתים מבוסס בגלוי על עקרונות וערכים חברתיים ואפילו דתיים. לא פעם, בעבר, נבנו ערים סביב ובתמיכה למרכז רוחני ודתי כמו מקדש. הקשר האידיאולוגי בין תכנון אזור מגורים ורשת הדרכים המקשרת ביניהם ניתן להמחשה, אמנם בקנה מידה של מושב בעל מידות צנועות, אך בעל צורה ייחודית המנציחה אותו, בתמונה הבאה:





איור 66. תמונה אווירית של נהלל (מקור: מרכז למיפוי ישראל)

הדוגמא של נהלל אמנם אינה מיועדת לעיר בעלת גודל משמעותי וקשה להאמין שמבנה מסוג זה יכול להתאים לתכנון שכונתי אפילו בהנחה שהמושב הקטן שתוכנן על ידי האדריכל קאופמן היה מתפתח ליישוב עירוני. כיום המגמה היא, גם בישובים קטנים, להימנע מהחדרת ציר תנועה ראשי למרכז אזור המגורים. כך מתוכננים מרכזים עירוניים, אפילו בערים היסטוריות, המרחיקות את תנועת המכוניות לטובת ההולכים והרוכבים על אופניים.



איור 67. מרכז היסטורי של מנטובה (איטליה): עדיפות להולך ולמדווש

4. "לתת להולך הרגל לחצות בבטחה":

כדי לצמצם בצורה משמעותית את היפגעותו של הולך הרגל, אפשר להשתמש במגוון אמצעים הנדסיים, תחבורתיים וחברתיים בדוקים:

4.1 אמצעים הנדסיים בתשתית העירונית:

גורם היסוד בהתחוללות תאונות הוא גורם המהירות של כלי הרכב. כדי למנוע תאונה ולהפחית את חומרתה, המאמץ העיקרי מתבסס על הפחתת המהירויות בשטח העירוני, לא רק על סמך מגבלות בחוק, אלא בעיקר בעזרת התקנים המאלצים את הנהג למתן את מהירותו. אלו המחסומים החלקיים, הגבשושיות, ההצרות בכניסה לצומת, ושבירת קו נסיעה ישר על ידי פיתול נתיבי הנסיעה.

לאורך כל המאה העשרים, ולאור התפתחות התנועה המוטורית, הונח הדגש בעת תכנון העיר, על ניידות כלי הרכב והדבר בא לכדי ביטוי בשדרות הרחבות, באוטוסטרדות העירוניות ובהקדשת תשתית חלופית להולך הרגל בצורת גשרים ומעברים תת-קרקעיים, במקום להשאיר לו את השימוש במישור ולדחוק את הרכב מעל ומתחת הקרקע. השתלטות הרכב על העיר, עם שילוב של עומס בכביש ומחסור כרוני במקומות חנייה, כאשר הולך הרגל מתקשה לנוע וסובל מזיהום אוויר ומעומס רעש בלתי נסבל, הוביל למגמת האזור המוגן, במיוחד במרכז העסקים העירוני ובשכונות ההיסטוריות בעלות ערך תיירותי, ובשנות ה-60 של המאה העשרים, מתפתחת מגמה זו כמאמץ להציל את המרכז העירוני המתנוון לטובת מרכזי קניות מחוץ לעיר. אך באופן פרדוקסאלי, ככל שהרכב הורחק והוגבל בתוך האזור המוגן, הוגדלו שטחי החנייה בקרבת האזור בו ניתנת עדיפות להולך הרגל, לעיתים בעידוד ובתמיכת הרשויות המקומיות, כך שבעיות העומס והזיהום לא קבלו מענה מוצלח. מאידך, התפשטות מגמת האזור הידידותי להולך לאזורי מגורים ולשכונות מרוחקות ממרכז העיר, חייבו יצירת מגע בין ההולך והנוסע ולא רק בידוד מלאכותי המונע הספקת סחורות ותחבורה ציבורית יעילה. המענה לדרישות מנוגדות של בטיחות, נוחות, הרחקת זיהומים עם ניידות ופעילות כלכלית הופיע במסגרת עיקרון "מיתון התנועה" שמחליף את הגישה הבוטה של אזורי תנועה ואזורי ההליכה, כשהרעיון המוביל, במיוחד במודל ההולנדי של ה-woonerf", הוא לאפשר תנועת כלי רכב במהירות מתונה בשילוב תנועת הולכים ורוכבים. אך גם ב"רחוב ההולנדי" שמיושם בהרבה שכונות בישראל, ובאופן כללי בכל השכונות בהן מיושם עיקרון "אזור 30 קמ"ש, בעיית החנייה נשארה קריטית וחניית-יתר גורמת להתדרדרות המנגנון העדין של איזון בין צרכני התנועה השונים.

סיכום עכשווי של הפתרונות ההנדסיים שבהם ניתן לעשות שימוש למען הולך הרגל מוצג בעבודתה של קולדוני-חורין (2006) במסגרת פרוייקט משותף של ארגון תנועה היום ומחר, משרד התחבורה והחברה להגנת הטבע.

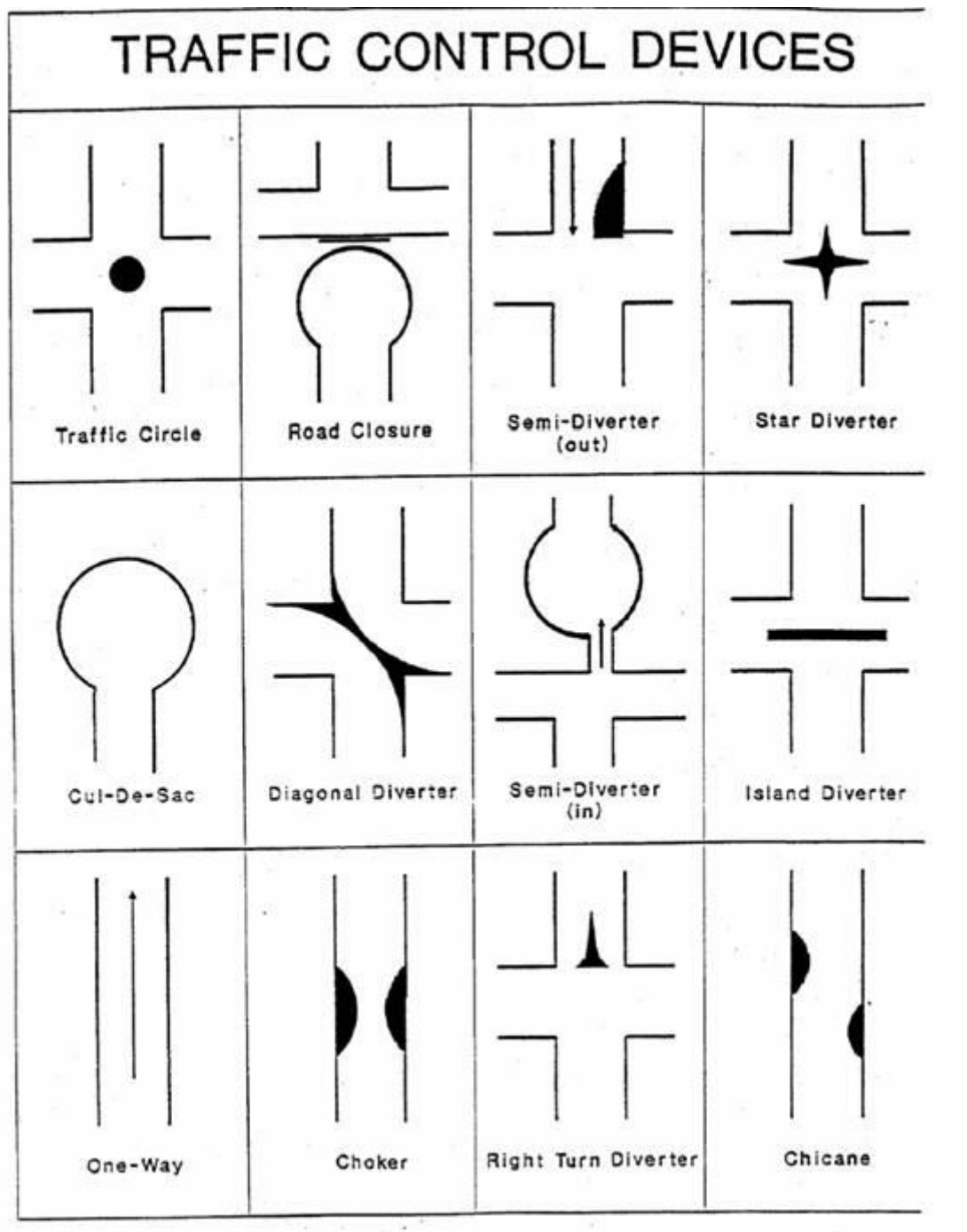


אלו האמצעים ההנדסיים העיקריים למיתון תנועה ומהירות כלי הרכב בשכונות מגורים, המיועדים להגן על הולך הרגל. האמצעים ברשימה מבוססים על עיקרון "שבירת" רצף התנועה, בעיקר בצמתים, כדי לחייב את הנהג להאט ובכך לצמצם את הסיכון הנובע מנוכחות כלי רכב נע בסביבה של הולכים ורוכבים:

- מעגל תנועה
- חוסם זרוע בצומת
- "מסיט" תנועה חלקי
- מסיט תנועה כוכבי המחייב פנייה ימינה
- רחוב ללא מוצא המונע תנועה עוברת
- מסיט תנועה אלכסוני המחלק את הצומת לשתי פניות פשוטות
- מסיט חלקי
- אי בצומת המונע תנועה בקו ישר
- רחוב חד-סטרי
- הצרה בקטע דרך
- מסיט לפנייה ימינה
- חסימות לסירוגין ליצירת פיתול בקטע דרך

כל האמצעים הללו מדכאים נסיעה מהירה ומעודדים נהגים החפצים להגיע במהירות ליעדם לנסוע בדרכים ראשיות ולא דרך שכונת המגורים. נוכחות ה"מסיטים", חסימות, הצרות, איים, בליטות ופיתולים שוברת את הקו הישר ומשדרות לנהג מסר של מתנינות והתכוונות למפגש עם הולכי רגל, ילדים וקשישים שאינם בהכרח ממוקמים רק בשולי הדרך. בנוסף לאמצעים אלו, יש כמובן מקום של כבוד לפסי האטה, או ל"גבשושיות" שהבריטים קראו להן פעם "the sleeping policeman", לפני ש-Watts (1973) קבע במעבדת המחקר המהוללת TRRL את מידותיהן המיטביות כסטנדרד בין-לאומי (אורך 3.7 מ', גובה מרבי 10 ס"מ). זהו אמצעי יעיל מאוד שיכול להביא לתועלת עצומה במיתון מהירויות בקרבת מעברי חצייה.





איור 68. אמצעים הנדסיים למיתון תנועה בשכונות מגורים (Campbell 2004)

4.2 מעבר חצייה :

תכנון אמצעים הנדסיים לשימוש על ידי הולך הרגל מחייב התייחסות לאילוצי גוף האדם. רוחבו של הולך הרגל הממוצע 50 – 60 ס"מ ולפעמים הוא מוגדל אצל נכה הנע בכסא גלגלים וגם כאשר אדם נעזר במקל הליכה. יתר על כן, בני אדם נוטים ללכת בצוותא לרוחב המדרכה, בזוגות או כהורה עם ילד, כך שהרוחב הנחוץ לתנועה למגוון אנשים הוא האילוץ הראשון בתכנון מדרכות. בעת חצייה, ההולך נע במהירות בין 0.70 ל – 2 מטר לשנייה, עם שוני גדול לפי הגיל, היכולת הפיסית והמניעים. המתכננים לוקחים בחשבון מהירות ממוצעת של 1.20 מטר לשנייה. כשהמרחב העירוני משמש בו-זמנית גם הולכי רגל וגם רוכבי אופניים, זרמי התנועה השונים מפריעים זה לזה. רצוי להפריד ביניהם אפילו בשלב החצייה, כנראה בדוגמה שלהלן :



איור 69. מעבר חצייה נפרד להולכי רגל ולרוכבי אופניים בסן-סבסטיין (ספרד)

עקרון הפרדת זרמי התנועה השונים מהווה את הבסיס לבטיחות כשכלי רכב מסוג מסויים נעים במהירות שונה מאוד ממהירות של משתמש בדרך אחר. שילוב של מכוניות הנעות במהירות של 50 – 70 קמ"ש עם הולכי רגל הנעים במהירות נמוכה פי עשרה מוביל לאסון ומכאן הצורך בזרימה מבודדת, והדבר נכון גם לגבי רוכבי אופניים. המדרכה אמורה לספק להולך את מרחב הקיום הבלעדי שלו, אך כידוע, יש להרבה נהגים נטייה לא ראויה להשתלט גם על המקום בו ההולך חושב שהוא מוגן. לעיתים, חנייה על המדרכה מגרשת את ההולך לכביש ומסכנת אותו. לא מספיק איפה לתכנן אמצעי הנדסי ראוי, אלא חשוב לעקוב כיצד משתמשים בו ההולכים והנוסעים ולאכופ את חוקי החנייה בצורה נמרצת.



איור 70. חנייה על המדרכה דוחקת את הולכי הרגל לכביש



איור 71. חנייה על חשבון הבית?...

4.3 אי תנועה :

הקמת אי תנועה, המהווה אזור המתנה להולכי הרגל בתוך מסלול בו נעים כלי רכב, משמש להקלת מטלת החצייה. האי הוא מעין תחנה בדרכו לצד השני של הרחוב, ומאפשר לו חצייה בשלבים קצרים יותר מאשר ביצוע חצייה אחידה בשלמותה. לדבר זה חשיבות מעשית בדרכים רחבות ובעת תנועה של רכב מהיר. האי מקל על ההולך במיוחד בחלוקת המטלה בדרך דו-נתיבית לשתי מטלות יותר פשוטות של התמודדות עם זרם תנועה בכיוון אחד בלבד. בדרך כלל, אי תנועה מוקם בתנאים הבאים :

- כביש דו-סטרי רחב, עם 4 נתיבים ויותר
- מהירות נסיעת כלי הרכב גבוהה
- נפחי תנועת הולכי הרגל גבוהים
- שיעור ניכר של מבוגרים, נכים או ילדים בקרב החוצים
- מעבר מרומזר אך עם מופע להולכי הרגל קצר מדי ביחס לרוחב הכביש, וקושי להאריכו בגלל שיקולי תנועה



איור 72. אי התנועה מחלק את מטלת החצייה לשתי פעולות יותר פשוטות

אי תנועה אינו תמיד בטיחותי: ממדים בלתי מספיקים עלולים לגרום לריכוז הולכי רגל הממתיינים על המסעה בהיעדר מקום על האי, האי אינו תמיד מוגן מפניות רכב כבד בעת פנייה או שמיקומו מפריע לביצועה על ידי רכב גדול ממדים, ובעיקר האי עלול לעודד נטילת סיכונים בהיותו גורם לתחושת ביטחון מופרזת, כמו למשל חציית קטע הרחוב בעת מופע אדום להולך הרגל ברמזור.



איור 73. אי תנועה מוגן בבריטניה. הגדר מהווה הגנה סמלית בלבד מכלי הרכב אך מונעת חצייה בריצה או ברכיבה על אופניים על ידי שבירת הקו הישר מצד אל צד



איור 74. אי תנועה ללא הגבהה בלונדון

מעבר חצייה בלונדון, מסומן בעזרת עמודים נושאי אור מהבהב ועם אזור ההמתנה שטוח כדי להקל על הולכי הרגל ובמיוחד על אלו הנעים עם עגלת ילדים.



איור 75. הצרת המסעה במעבר החצייה (דורטמונד, גרמניה)

4.4 מיקום המעבר :

מעברי חצייה ממוקמים עקרונית בקרבת צמתים שם תנועת ההולכים מרוכזת ושם מוצבים גם רמזורים לניהול תנועת כלי הרכב. גם בהיעדר רמזור, למעבר חצייה בצומת יש את היתרון שפניות כלי הרכב ומצבי מתן זכות הקדימה מהווים גורמי האטה, כך שחציית הולכים פחות מסוכנת מאשר בקטעי דרך.

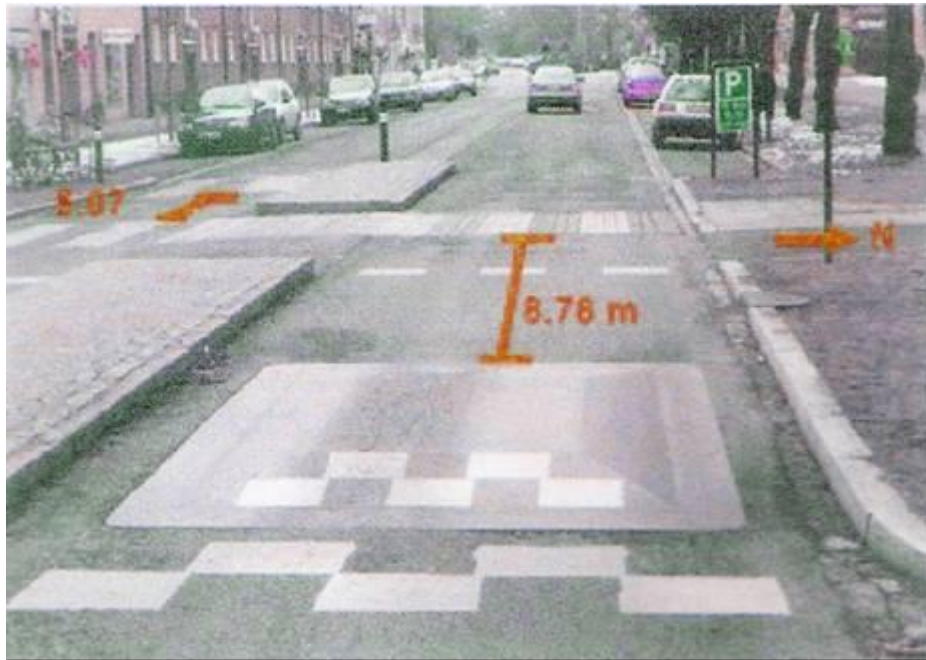


איור 76. מיקום בלתי מתאים למעבר חצייה : הנהג ברכב משמאל מפנה את מבטו לתנועה ולא להולכי הרגל

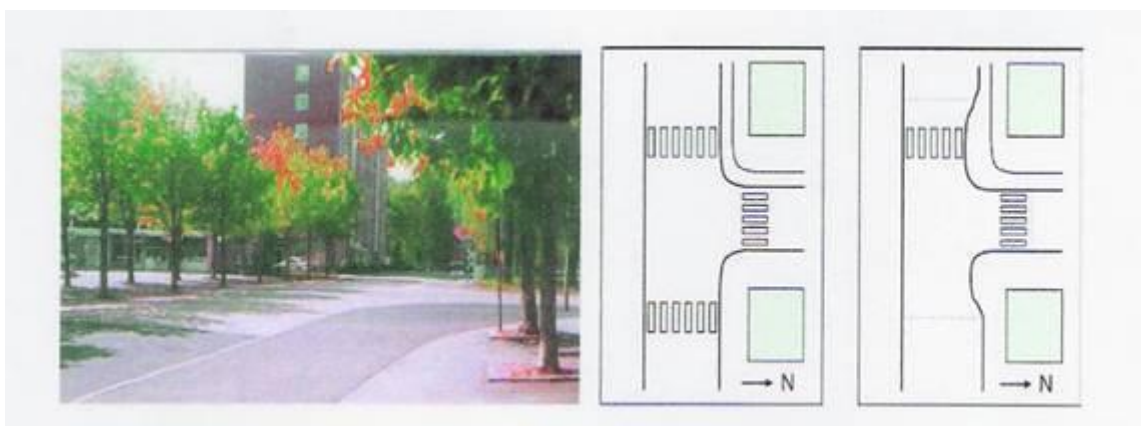
המיגון העיקרי של הולכי הרגל טמון בשדה ראייה רחב המשפר את בולטותו לנהג. לעיתים ממוקם המעבר בעיקול המסתיר את החוצה מהנהג ואת הרכב מעיני ההולך. זהו מתכון לתאונות ונושא הבולטות ההדדית חייב לעמוד בראש האילוצים של המתכנן. הדוגמאות שהוצגו לעיל ממחישות את הקושי בתכנון מעבר חצייה בטיחותי, המאפשר מעבר הולכי רגל בבטחה, תוך כדי מתן זרימת תנועה סבירה ובו המתכנן שקל לא רק את מידת הסיכון של ההולך המתמודד עם כלי הרכב, אלא גם את הסיכון של הנהג מול מעבר בעל מאפיינים של מכשול לעיתים מסוכן.

4.5 מיתון תנועה לפני המעבר :

אחד האמצעים החשובים להגנת הולך הרגל טמון בגרימת האטה בקרבת המעבר. את זאת אפשר להשיג בעזרת מגוון אמצעים פיסיים, כגון "כרית מסעה" או גבשושית חלקית (speed cushion), והצרות המעבר, כמו בשתי הדוגמאות הבאות בשוודיה (Leden 2006) :



איור 77. כרית מסעה, אי חצייה ומעבר מסומן



איור 78. הצרת מעבר החצייה בצומת קמץ בקרבת בית ספר בשוודיה

4.6 בטיחות הולכי הרגל במעגלי תנועה :

כדי להעריך נכונה את התרומה הבטיחותית של מעגל התנועה כתחליף לצומת רגיל, נעשה בשוודיה מחקר מקיף על תאונות במעגלי תנועה כשמדידות מהירות בוצעו ב- 536 אתרים, הערכות בטיחות של רוכבים והולכי רגל בוצעו ב- 72 אתרים, וב- 182 מעגלים נבדקה בטיחותו של הנהג (Brude, Larsson 2000).

בדיקות המהירות העלו שהמהירות הולכת וגדלה ככל שיש יותר נתיבים אך שהיא נמוכה עם אי מרכזי ברדיוס של 10 - 20 מטר וגדולה יותר אם רדיוס זה קטן או גדול מהערך המיטבי, אך מבחינת הבטיחות, אי מרכזי ברדיוס גדול מ- 10 מטר עדיף על אי קטן. בניית תאונות רוכבי אופניים נמצא שהגורם הקריטי לתאונות הוא מספר הנתיבים בתוך המעגל. בהשוואה לצמתים רגילים, הצמתים המעגליים בעלי נתיב אחד משפרים את בטיחות הרוכב, אך בצמתים מעגליים מרובי נתיבים (בעיקר 2 נתיבים) מספר התאונות והנפגעים הוא כפול מהמספר המחושב על סמך נתונים של צמתים רגילים המשמשים לביקורת.

לרוכבי אופניים מוטב להימנע מלעבור במעגל התנועה, ורצוי שיחצו את הצומת במעברים מיוחדים בזרועות המעגל. הסיכון לרוכב יותר מכפול להיות מעורב בתאונה במעבר במעגל עצמו מאשר במעבר חציה נפרד המיועד לרוכבים.

השינוי במגמות התאונות הצפויות ואלו שהתחוללו בפועל מוצג בטבלה 34.

המומחים השוודים פתחו מודל סטטיסטי לפיו, במעגל תנועה ממוצע, עם נפח יומי של 10,000 כלי רכב, מהם 30% באים מהדרך המשנית, תתרחש תאונה כל שנתיים, כל 10 שנים אדם יפגע קלות וכל 50 שנה אדם אחד יפגע בצורה קשה, אך הסיכון לתאונה קטלנית במעגלי התנועה השוודים שואף לאפס!

מספר תאונות שהתרחשו בפועל	מספר תאונות צפויות לפי המודל	מספר אתרים	מספר נתיבים
28 (3)	35.7 (11)	58	1
39 (12)	19 (10)	14	2+

טבלה 34. מספר תאונות צפויות ונצפות במעגלי תנועה ובצמתים רגילים בשוודיה (מספר תאונות הולכי רגל בסוגריים)



השפעת הפיכת צומת רגיל למעגל תנועה על הולכי הרגל נבדקה בפולניה בעיר גדנסק על ידי Michalski (2000), לגבי צמתים בעלי שלוש זרועות במתכונת קמץ. תוצאות השינוי מתבטאות בשינויים הבאים:

- א. מהירות הכניסה של כלי הרכב יורדת מתחום 40 – 60 קמ"ש לתחום 15 – 45 קמ"ש.
- ב. מספר העימותים הקשורים לחיתוך נתיבי נסיעה יורד.
- ג. חלה עלייה במספר העימותים על רקע של אי מתן זכות קדימה.
- ד. הנהגים נותנים יותר זכות קדימה להולכי הרגל מאשר במבנה הצומת הסטנדרטי: מ – 5% במצב הקודם, שיעור המכבדים את הולכי הרגל מגיע ל – 40% בצומת המעגלי.
- ה. בקרב הולכי הרגל מופיעה הנטייה לחצות את הצומת באלכסון תוך כדי מעבר על האי המרכזי.
- ו. סימון אופקי לקוי מעודד חציית המעגל על ידי כלי רכב בקו אלכסוני ולא תוך כדי שמירת הנתיב במקביל לעיקול. בצורה זו הנהג מאמץ תוואי נסיעה קרוב יותר לקו הישר ונוסע מהר יותר.
- ז. רכב כבד ובעל מידות גדולות מתקשה לנוע דרך מעגלים קטנים ונוטה לעבור על שולי המעגל ולהרוס אותם.
- ח. פיתול בלתי מספיק של נתיב הנסיעה בתוך המעגל מעודד מהירות.

בסך הכול, כשהמאפיינים הגיאומטריים של המעגל נקבעים בהתאם לדרישות התחבורה, כשניתנת תשומת לב מספקת לנראות המעגל וכאשר כללי המעבר בהירים למשתמש בדרך, מראה הניסיון הבינלאומי שזהו אמצעי תחבורה המעניק שרות יעיל והמהווה ברוב המקרים שיפור לא רק בתחום הזרמת התנועה, אלא גם מבחינה בטיחותית וסביבתית. יש לציין שבניגוד לדעה הרווחת בקרב הציבור, מחקר שוודי (Vadeby, Brude 2006) מראה שמעגלי תנועה תורמים בעיקר לבטיחות הנהג אך לא משפרים בצורה משמעותית את בטיחות הולכי הרגל. יתר על כן, המחקר מזהה סיכון-יתר של מעגלי התנועה לרוכבי האופניים, בהשוואה לצומת רגיל, מה שמצביע על בעיות הנדסיות בלתי פתורות, כנראה ביחס לתכנון הרדיוסים, לסיכון בהחלקה ולהפרעות בראות. בהינתן טיפול נאות בבעיות אלו, המעגל יוכל לתרום יותר גם לבטיחותו של הולכי הרגל, בתנאי כמובן שהוא ימנע משאננות, מהנטייה לקצר דרך על ידי חציית אלכסון ומדרישה בוטה מדי לקבלת זכות קדימה.



סיכום

הולך הרגל הוא משתמש בדרך מאוד פגיע וכל חברה מודרנית מחויבת לתכנון תשתית פיסית ותרבותית תקינה כדי לתת לו את האפשרות ליהנות מזכותו לנוע בשלוח ובביטחון ברחוב. שיפור משמעותי בתחום זה טמון קודם כל במאמץ ההנדסי של בניית תשתית תחבורתית ידידותית להולך ולחוצה. אך בנוסף ובמקביל, בגלל אילוצים כלכליים והיסטוריים – אי אפשר להרוס את כל המארג העירוני הקיים כדי לבנות יותר טוב ויותר בטוח, יש לתת את הדעת על הכנת ההולך לכניסה ולשהות במרחב התחבורתי, תוך כדי התמודדות עם הסיכונים בהם הוא נתקל. את זאת אפשר לעשות על ידי הסברה וחינוך, החל מגיל הגן, וברצף לאורך כל החיים.

שלושה כללי יסוד מבססים, על רגל אחת, את תורת בטיחות הולך הרגל: כלל **ההפרדה**, המבדיל בין זרם כלי הרכב לזרם ההולכים; כלל **הנראות**, הנדרשת לביצוע תקין של המפגש הבלתי נמנע בין זרמים אלו, וכלל **ההאטה** של כלי הרכב במפגש עם ההולך. הכלל הראשון מיושם בהגדרת תחומי שימוש נפרדים, מדרכה ומסעה, בהם זרמי התנועה מתנהלים במהירויות שונות, והכלל השני מתבטא במתן שדה ראייה ומרחקי זיהוי גדולים ככל האפשר לנהג ולהולך כדי לצמצם את הסיכון הנוצר מההפתעה. הכלל השלישי מקבל ביטוי בשימוש באמצעים הנדסיים, במגבלות חוק ובאכיפה משטרתית.

מודל שונה של ניהול תנועה פותח במסגרת הרחוב ההולנדי ושכונות המגורים בהן כלי רכב והולכי רגל נעים במעורב במתחם משותף, אך גישה זו מותנת בחיוב הנהגים לנסיעה במהירות הליכה, דבר אפשרי רק בדרכים מקומיות על יד הבית, שבהן אמצעים הנדסיים כמו אלו המוצגים באיור בעמוד 116, מונעים נסיעות במהירות מופרזות. ברוב הדרכים, בעיר וגם בדרכים בין-עירוניות, אין אפשרות מעשית להגביל את המהירות בצורה קיצונית ולפיכך היא מסכנת את ההולך ומחייבת את הרחקתו מזרם תנועת כלי הרכב.

הולך הרגל הוא רק אחד מהמשתמשים בדרך, כאשר נהגים ורוכבים נמצאים בתחרות איתו על הזכות לעבור ברגע מסוים בקטע דרך, לפני, במקביל או אחרי משתמש אחר. התחרות על המסעה קשה ומסוכנת, אך גם על המדרכה אין להולך ביטחון מוחלט: כלי רכב חונים על המדרכה, חוצים אותה בעת יציאה או כניסה לחניון ורוכבי אופניים, ולעיתים גם רוכבי אופנוע, מנצלים את המדרכה כתחליף לנסיעה בכביש. ניהול תחבורה יעיל מחייב התחלקות במשאבים מרחביים מוגבלים, ולפיכך אף משתמש איננו בא על סיפוקו המלא. ארגון החיים הציבוריים, בעיקר באזורים עירוניים, מחייב לתת את הדעת על צרכי תנועה של אוכלוסיות מגוונות, בעלות יכולות שונות, כאשר העיר השגרתית במאה העשרים נתנה לרכב הממונע עדיפות ברורה. כיום מדברים יותר על "תחבורה ברת קיימא", המדגישה את הצורך להפניית המשאבים לאמצעי תחבורה לא ממונעים, הליכה ורכיבה על אופניים, כמו גם על התחבורה הציבורית במקום הרכב הפרטי, אך אין ספק שגם בעתיד הנראה לעין, תמשיך התנועה של כלי רכב כבדים ומהירים לשלוט על הרחוב. הולך הרגל יצטרך אם כן להמשיך לחיות עם האיום והסיכון לתאונה, ולהשקיע בבטיחותו על ידי ניצול מיטבי של התשתית המוצעת לו ועל ידי שיקול דעת מושכל שבבסיסו הדרכה מתאימה להליכה ולחציית רחוב נכונות.



המחקרים הרבים שנעשו כדי להבין מתי ואיך נפגע הולך הרגל מעלים נקודות תורפה במערכת התחבורתית ובעיקר:

- במעברים מרומזרים, הציות לאור האדום על ידי הנהגים איננו מושלם, כאשר הרמזור מעודד שאננות בקרב החוצים.
- במעברים מרומזרים, חומרת התאונות של הולכי הרגל גבוהה מחומרת התאונות שלהם במעברים לא מרומזרים.
- חלק מהבעיות במעבר מרומזר טמון בהתאמה בלתי מספקת לצרכי ויכולות החוצה. לא פעם הזמן המיועד לחצייה לא מספיק להולך מבוגר ובמקומות רבים השילוב הקטלני של אור ירוק לחוצה עם היתר פנייה ימינה לכלי הרכב יוצר עימות והזדמנות לפגיעה. הוא גם מעודד אצל הולך הרגל חשדנות לגבי התועלת ברמזור ובכך מגביר את המגמה לחצות בתנאים גבוליים.
- מסוכן יותר לחצות רחוב בקטעי דרך מאשר לחצות בצומת, למרות שלכאורה, המצב פשוט יותר ושדה הראייה פתוח. סיבות אפשריות לממצא זה הן מהירות גבוהה ועקיפות של כלי הרכב אך חסר מידע כיצד יתרון של מרחק ראייה מאבד את ערכו הבטיחותי ביחס למהירות גבוהה. אפשר שמכריע פה גורם ההפתעה של הנהג, המצפה לפגוש את הולך הרגל בצמתים ולא בקטע הדרך.
- בני 65 ומעלה נפגעים פי שלושה יותר ונהרגים פי שבעה יותר מבני 45 ומטה יחסית לקבוצת הגיל שלהם. התשתית איננה סלחנית וזמני החצייה במיוחד לא נקבעו ביחס ליכולת של הקשישים. נחוץ מאמץ והשקעה גם באמצעים טכניים המגינים יותר על פלח אוכלוסיה זה, וגם בהכשרה ובהסברה בגישות ובשפה המתאימות.
- קיים מגוון אמצעים הנדסיים המשמשים למיתון התנועה והפחתת מהירות כלי הרכב אך אין עד כה השוואה כמותית לגבי יעילותם היחסית וחסרות גם אמות מידה לבחירה ביניהם לפי תנאי התנועה והדרך.
- למרות שהקשר ברור בין מהירות כלי הרכב והסיכון להולך הרגל, אין שימוש שיטתי בגבשושיות לפני מעברי חצייה. את ההאטה בצמתים מנסות הרשויות להשיג בעיקר בעזרת אמצעי אכיפה ולא על ידי תשתית מרסנת.
- קיימות טכנולוגיות חדשניות המשכללות את תפקוד מעבר החצייה המרומזר, ובמיוחד אלו המבוססות על הפעלת גלאי תנועה, של החוצים ושל כלי הרכב, לרבות בתמיכת מערכות אינטליגנציה מלאכותית. שימוש נדיר לעת עתה גם בגלל מחירן אך גם בגלל היעדר הערכות יעילות מבחינה בטיחותית כוללת. יש לזכור בהקשר זה את הופעתם של תהליכי פיצוי השוחקים יתרון בטיחותי התחלתי בגלל שאננות ונטייה לסמוך יותר מידי על המיגון הניתן על ידי המערכות הטכניות.
- במעברים לא מרומזרים, עיקר האחריות לבחירת מועד החצייה וקצב ביצועה מוטל על הולך הרגל ללא תמיכה משמעותית של התשתית הטכנית.
- מיקום מעברי חצייה לא עונה תמיד לדרישות הבולטות ולעיתים הוא נקבע יותר משיקולי נוחות ההתקנה מאשר על סמך הערכת מגבלות אנוש.



- באופן כללי, הולך הרגל סובל ממעמד נחות בקרב המשתמשים בדרך, בכל מה שקשור להשקעה בתשתית. בשעה שמאמץ כלכלי רב מוקדש לפיתוח מסעות, גשרים ומנהרות להגברת יעילות התנועה הממוכנת, לא נוטות הרשויות להשקיע מספיק באמצעי תנועה ייעודיים להולך ובמיוחד למעברי חצייה עליים ידידותיים (כלומר מצוידים במדרגות נעות וללא הסתרה מאיימת).
- בטיחות הולך הרגל לא מסתיימת במעברו מהכביש למדרכה, כיוון שאין שטח המדרכה פנוי בצורה מוחלטת מרכב נע וחונה, מרהוט רחוב ומפעילות מסחרית הדוחקת שוב את ההולך לשולי המדרכה ולכביש. על המדרכה בטיחות ההולך מוגבלת בגלל נוכחות חסימות שונות וכלי רכב חוצים וחונים המסכנים אותו בצורה בלתי סבירה. במקרים רבים מהוות תחנות אוטובוס מכשול וחסמה בדרכו של ההולך בגלל מדרכות צרות מדי. גם כאן יש מקום לקביעת כללים יותר נוקשים, לאכיפה משמעותית ולדרישה לשיפור מידות ומבנה המדרכות.
- מעמדו הנחות של הולך הרגל מול איום הרכב מעודד עמדות סלחניות לגבי התנהגותו כאשר העימות ביניהם מתנהל בבית המשפט. למרות היותו של ההולך אחראי לכאורה על מעשיו במידה שווה לנהג, מיוחסת לנהג אחריות-יתר הנובעת מהסיכון הבלתי סימטרי במפגש בין שני סוגי המשתמשים בדרך. עם זאת, עמדה סלחנית זו מעודדת התנהגות צייתנית פחות לחוקי התנועה ולקיימת סיכונים לעיתים בצורה שלנהג נשארת יכולת פחותה למנוע את התאונה. את זאת אפשר לזהות בשיעור אי הציות לרמזור על ידי הולכי רגל, עבירה שאיננה זוכה כמעט לעולם לאכיפה של ממש, לעומת חומרתה הגדולה יחסית כשמדובר בעבירת נהיגה. היבט זה של התנהגות החוצה והתייחסות מערכות החוק והאכיפה למעשיו דורש רענון ואולי גם יותר נוקשות.
- בטיחות הולך הרגל איננה בעיה עירונית בלבד, ולמרות מספר הנפגעים המועט בדרכים בין-עירוניות (5% מכלל הולכי הרגל שנפגעו ב-2005), חומרת פגיעתם גבוהה מאוד (30% מההרוגים בקרב הולכי הרגל באותה שנה). יש אם כן מקום לדרוש התייחסות מתאימה לנושא, בהיבט התקשורתי והאכיפתי, אך בעיקר בהיבט ההנדסי: שבילי הליכה, תאורה ומעברי חצייה מתוחזקים.



נספח: חוקי ההליכה

1. פרק שלישי: הולכי רגל, אופנוע ובעלי חיים (מתוך תקנות התעבורה של מדינת ישראל)

סימן א': הולכי רגל

110 א. "לא יחצה אדם כביש אלא לאחר שבדק את מצב התנועה בו ונוכח שאפשר לחצותו בבטיחות".

110 ב. "אם יש בקרבת המקום מעבר חציה, מנהרה או גשר המיועדים למעבר הולכי רגל, לא יחצה הולך רגל את הכביש אלא בהם".

110 ג. "אם אין בקרבת המקום מעבר חציה, מנהרה או גשר כאמור אך יש בקרבת מקום צומת, יחצה הולך רגל את הכביש בקרבת צומת".

110 ד. "בכל מקרה יחצה הולך רגל כביש במהירות סבירה ובקו ישר והקצר ביותר בין קצות הכביש ולא יתעכב בכביש שלא לצורך".

סימן ט': זכות קדימה

64 ב. "נוהג רכב היוצא מחצרים, מדרך גישה לבית, מתחנת דלק, מתחנת שירות, ממקום חניה לכלי רכב וכיוצא באלה או מכל מקום שאינו דרך, והוא עומד להיכנס לדרך או לחצותה –

(1) יאיט ואף יעצור, במידת הצורך, כדי לאפשר להולכי רגל לעבור בבטחה לפני שיעלה על המדרכה או על שול הדרך.

(2)

(3) יאיט ויתן זכות קדימה לכלי רכב המתקרבים באותו כביש לפני שייכנס לכביש".

64 ה. "נוהג רכב המתקרב לצומת שבו התנועה מוסדרת על ידי רמזור, יציית לאותות שברמזור ולא ימשיך בנסיעתו אלא לאחר שהופיע בו אור ירוק. היה ברמזור אור צהוב מהבהב – יאיט נוהג הרכב ובמקרה הצורך אף יעצור את רכבו כדי לאפשר להולכי רגל להשלים את החצייה בבטחה ויתן זכות קדימה לרכב אחר שנכנס לצומת מכביש אחר, או לרכב הבא אל הצומת".

67 (א) "נוהג רכב המתקרב למעבר חציה, והולכי רגל חוצים במעבר, יאפשר להם להשלים את החצייה בבטחה ואם יש צורך בכך יעצור את רכבו לשם כך".



הערות לתקנות התעבורה

תקנות התעבורה מגדירות את זכויותיו וחובותיו של הנהג וההולך בדרך ומתייחסות במיוחד להתנהגותם בעת חציית כביש על ידי ההולך ולנדרש מנהג הרכב במפגש עם ההולך במעבר חציה, בחציית כביש ובמדרכה.

תקנה 110 א':

התקנה מגדירה את אחריות החוצה לבחירת המקום והזמן המתאימים לחציית הכביש. אין לחצות בצורה המפתיעה את הנהג, ואי אפשר לדרוש ממנו מלהימנע מפגיעה בחוצה בכל תנאי: תאונת הולך רגל יכולה להתחולל גם באשמת ההולך ולא רק באשמת הנהג.

תקנות 110 ב' ו - ג':

התקנות דורשות מהולך הרגל להשתמש באמצעי ההנדסי הקיים אך למושג "קרבת מקום" אין הגדרה כמותית במונחי מרחק ומכאן נובעות פרשנויות משפטיות סותרות.

תקנה 110 ד':

התקנה מדגישה את הצורך לשהייה מזערית על הכביש בעת חציה אך חשוב לציין שחציה בטיחותית מחייבת צפייה יעילה תוך כדי התנועה ולפיכך יש ללמד את החוצה לנוע בצורה המאפשרת לו לצפות באיומים מכל כיוון.

תקנה 64 ה':

תקנות התעבורה אינן מכירות במושג "זכות קדימה" להולך הרגל ומשתמשות בו אך ורק בהקשר של מפגש בין כלי רכב. התקנה מחייבת את הנהג לאפשר להולך הרגל להשלים את החצייה אך לא מחייבת אותו לעצור ולתת "זכות קדימה" להולך רגל העומד על המדרכה, גם בעת הבהוב אור צהוב ברמזור.

תקנה 67 א':

בתקנה נאמר שהנהג צריך לאפשר להולך הרגל להשלים את החצייה במעבר מסודר. כלומר, אם הוא כבר חוצה, חייב הנהג לנקוט בכל אמצעי זהירות כדי לא לפגוע בהולך אך אין הוא חייב לתת זכות קדימה למי שרק מתכוון לחצות, כיוון שכוונה זו איננה ניתנת לזיהוי חד-משמעי, כמו במקרה של מפגש של שני כלי רכב בצומת.



מראי מקום

- בר זיו י. (1992): שיעורי חצייה והיפגעות של הולכי רגל. המכון לחקר התחבורה, טכניון.
הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2005): תאונות דרכים עם נפגעים 2004, פרסום 1250.
הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2007): www.cbs.gov.il
הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים (2010): מגמות בבטיחות בדרכים בישראל 2000 - 2009.
מוקואס ד. (2004): מגבלות תנועת רכב כבד בשטח עירוני. דו"ח המכון לחקר התחבורה מס' 0124, טכניון.
מוקואס ד. (2006): התנהגות הולכי רגל במעברי חצייה. חברת גיאוקרטוגרפיה, דו"ח מחקר תצפיתי למען הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים, משרד התחבורה.
מוקואס ד. (2006): התנהגות נהגים בצמתים מרומזרים מרובי תאונות. חברת גיאוקרטוגרפיה, סקר למען הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים, משרד התחבורה.
מוקואס ד. (2006): הסיכון ברכיבה על אופנוע. חברת גיאוקרטוגרפיה, דו"ח מחקר למען הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים, משרד התחבורה.
משטרת ישראל (2003): סיכום שנתי, דו"ח אגף תנועה, המטה הארצי, ירושלים.
פליבל ג'. ה. (1970): הפסיכולוגיה ההתפתחותית של זיאן פיאז'ה. אוצר המורה, תשל"א, ת.א.
קולדוני-חורין ר. (2006): בניית מערכות הולכי רגל. מתיאוריה למעשה, ארגון תחבורה היום ומחר, משרד התחבורה והחברה להגנת הטבע בתל אביב.
- Abdulsattar H.N., McCoy P.T. (1999):** Pedestrian blind-zone areas at intersections. 75th Annal Meeting of the TRB, Washington.
- Beilin H. (1992):** Piaget's enduring contribution . *Developmental Psychology*, 28,191
- Bjorklid P. (1998):** The local environment as a pedagogical resource on road safety education in Sweden. *Road Safety Conf. Proc. DETR, U.K.*
- Bjorketun U., Nilsson G. (2007):** Risks and consequences related to different motorcycles. VTI report 566, Sweden.
- Brainerd C. J. (1996):** Piaget, a centennial celebration. *Psychological Science*, 7, 191 – 195.
- Brude U. (1993):** Factors influencing pedestrian and cyclist accidents at junctions. *Nordic Road and Transport Research* 3, 17 – 19.
- Brude U., Larsson J. (2000):** What roundabouts design provides the highest possible safety. *Nordic Road and Transport Research* 2, 17 – 21.
- Campbell B.J. et al. (2004):** A review of pedestrian safety research in the U.S. and abroad. HSRC, University of North Carolina, FHWA RD03-042.
- Chapman T. (1998):** Child development programme. In: *Road Safety Education Conference. DETR, U.K.*



- Clayton A. B. et al. (1995):** A child-based approach to road safety education. AA Foundation for Road Safety, UK.
- Codes Rousseau (1990):** Sur la route. La sécurité routière des jeunes, réf. 20001
- Connelly M. L. et al. (1998):** Child pedestrians' crossing gap thresholds. Accident Analysis & Prevention 30, 4, 443 – 453.
- CRASH (2001):** Safer car fronts for pedestrian and cyclists. ETSC's newsletter on European Vehicle Crash Protection, February edition.
- Cross R. (1988):** Application of children's concepts of speed at the kerbside. In: Road User Behaviour, Theory and Research. 473 – 481, Rothengatter, de Bruin eds., Van Gorcum, the Netherlands.
- Department for Transport (2002):** Transport Statistics Great Britain, G.B. TSO.
- Drissel R.J., Spiegel W.D.(2003):** are late-night truck drivers more dangerous. Transportation Quarterly vol. 57, 2, 39 - 46.
- Dupree H. (1987):** Urban transportation – the new town solution. Gower Pub. Co. UK.
- Eby D.W., Molnar L. J. (1999):** Matching traffic safety strategies to youth characteristics. NHTSA, HS 808 927.
- Elvik R., Vaa T. (2004):** The handbook of road safety measures. Elsevier, UK.
- Elvik R. (2009):** The non-linearity of risk. Accident Analysis & Prevention 41, 849 – 855.
- ETSC (1999):** Low cost road safety measures. European Traffic Safety Council, Belgium.
- European Commission (2002):** A city for pedestrians, policy-making and implementation. Directorate-General for Research, COST Action 26, EUR 20296.
- Flavell J.H. (1996):** Piaget's legacy. Psychological Science, 7, 200 – 203.
- Fontaine H., Gourlet Y. (1997):** Fatal pedestrian accidents in France. Accident Analysis & Prevention 26, 3, 303 – 312.
- Freund B. (2005):** Self rated driving performance among elderly drivers. Accident Analysis & Prevention 37, 4, 613 – 618.
- Habib P.A. (1980):** Pedestrian safety: the hazards of left- turning vehicles. ITE Journal 50, 33 – 37.
- Hatfield J. et al. (2007a):** The effects of mobile phones use on pedestrian behaviour at signalized and unsignalized intersections. Accident Analysis & Prevention 39, 197 – 205.



- Hatfield J. et al. (2007b):** Misunderstanding of right of way rules at various pedestrian crossing types. *Accident Analysis & Prevention* 39, 833 – 842.
- Hess P.M. et al. (2004):** Pedestrian safety and transit corridors. *Journal of Public Transportation* vol. 7, 2, 73-93.
- Hummel T. (1999):** Dutch pedestrian safety research review. HSRC, University of North Carolina, FHWA RD99-092.
- King M.J. et al. (2009):** Illegal pedestrian crossing at signalized intersections: incidence and relative risk. *Accident Analysis & Prevention* 41, 485 – 490.
- Leden L. et al. (2006a):** Safe pedestrian crossings for children and elderly. *Accident Analysis & Prevention* 38, 289 – 294.
- Leden L. et al. (2006b):** Safety and accessibility effects of code modifications and traffic calming of an arterial road. *Accident Analysis & Prevention* 38, 455 – 461.
- Lee C., Abdel Aty M. (2005):** Comprehensive analysis of vehicle-pedestrian crashes at intersections in Florida. *Accident Analysis & Prevention* 37, 4, 775 – 786.
- Luukkanen L. (2003):** Safety management system and transport safety performance indicators in Finland. Central Organisation for Traffic Safety, Liikenneturva, Finland.
- Ma X., Andreasson I. (2005):** Predicting the effect of various Intelligent Speed Adaptation penetration grades on pedestrian safety by simulation. *Accident Analysis & Prevention* 37, 6, 1162 – 1169.
- Malkhamah S. et al. (2005):** The development of an automatic method of safety monitoring at Pelican crossings. *Accident Analysis & Prevention* 37, 5, 938 – 946
- Merand R. (1989):** Jeux sportifs collectifs et contribution à la sécurité. In: *Les accidents de la circulation dans l'enfance*, 149 – 157, Cambon de Lavalette ed. INRETS et le Centre International de l'Enfance, Paris.
- Michalski L. et al. (2000):** Geometric design of roundabouts in Poland. 2nd International Symposium on Highway Geometric Design, TRB 192 – 203.
- Morrongiello B.A. et al. (2007):** Understanding children's injury-risk behavior – wearing safety gear can lead to increased risk taking. *Accident Analysis & Prevention* 39, 618 – 623.
- Muttart J.W. (2000):** The influences of age-related development upon child pedestrian collisions. *Accident Reconstruction Journal*, Jan-Feb. 34 – 42.
- N.Y. DOT. (2002):** traffic safety improvements into the 21st century.
- NHTSA (2009):** incidence of pedestrian and bicyclist crashes by hybrid electric passenger vehicles. DOT HS 811 1204, USA.



OECD (2007): IRTAD2, killed by age and mode of transport, indicators of 32 countries,. ECMT, Paris.

O'Flaherty C.A. (1997): Transport planning and traffic engineering. Arnold Publishing G.B.

O'Reilly D. (1997): Developments in the understanding of child pedestrian safety training. Proceedings of the VTI Conference, 9A, part 3, 71 – 81.

Oxley A. et al. (2005): Crossing roads safely: an experimental study of age differences in gap selection by pedestrians. Accident Analysis & Prevention 37, 5, 962 – 971.

Pasanen E. (1993): Driving speeds and pedestrian safety. Traffic Engineering and Control, 308 – 310.

Piaget J. (1964): Six études de psychologie. Gonthier, Genève.

Piaget J. (1965): La psychologie de l'intelligence. A. Colin, Paris.

Prato C.G., Gitelman V., Bekhor S.(2012): mapping patterns of pedestrian fatal accidents in Israel. Accident Analysis & Prevention 44, 1, 56 - 62.

Preusser D. (1987): Road safety public education process. In: Road Users and Traffic Safety, 117 – 134, Rothengatter, de Bruin eds., Van Gorcum, The Netherlands.

Retting R.A. (1993): a review of fatal injuries to pedestrians induced by urban truck crashes. 37th Annual Proc. AAAM, 117 - 128.

Retting R. A. (2006): Red light crashes. ITE Journal, March.

Robertson G. (2004): Reducing delays at pedestrian crossings - a change in thinking. Traffic Engineering & Control, July, 235 - 239.

Rothengatter T. (1981): Traffic Safety Education for Young Children. Swets Ed.

Rothengatter T. (2002): Road accidents in the Netherlands. IATSS Res. 26, 2, 112 – 114.

Sandels S. (1975): Children in Traffic. Elek Books Ltd, London, G.B.

Shinar D. (2007): Traffic Safety and Human Behavior. Elsevier, The Netherlands.

Sauter D. (2002): How to overcome institutional obstacles. In: European Commission: A City for Pedestrians, COST C6, Brussels.

Sweatman P.F. et al. (1995): heavy vehicle crashes in urban areas. Federal Office of Road Safety, CR 155, Australia.

SWOV (2005): Advancing sustainable safety in brief, Research Activities 29.

SWOV (2006): Mortality by age group and modal split. www.swov.nl



SWOV (2007): Newsletter, October. www.swov.nl/cognos/cgi-bin/ppdscgi.

SWOV (2008): Fact Sheets, January, March. www.swov.nl

SWOV (2010): crossing facilities for cyclists and pedestrians, Fact Sheet, March.
www.swov.nl

Te Velde A.F. et al. (2005): Visual timing and adaptive behavior in a road-crossing simulation study. *Accident Analysis & Prevention* 37, 3, 399 – 406.

Thomson J. A. et al. (1993): Developments of pedestrian skills in young children by means of practical training. In: *Behavioural Research in Road Safety III*, TRRL PA3004 93, UK.

Thomson J. A. et al. (1996): Child Development and the Aims of Road Safety Education. HMSO, London UK.

Thomson J. A., Whelen K.M. (1998): A community-based approach to the teaching of pedestrian skills by means of practical training. Road Safety Education Conference. DETR, York, UK.

TRL (2006): Advanced pedestrian protection. *TRL News*, December.

Vadeby A., Brude U. (2006): Junction Design. Series R554, Nordic Road and Transport Research No. 3, 37.

Van Schagen I. (1988): Training children to make safe crossing decisions. In: *Road User Behaviour, Theory and Research*, 482 – 489, Rothengatter, de Bruin eds. Van Gorcum, The Netherlands.

Van Schagen I., Brookhuis K. A. (1994): Training young cyclists to cope with dynamic traffic situations. *Accident Analysis & Prevention* 26, 2, 223 – 230.

Watts G.R. (1973): road humps for the control of vehicle speeds. TRRL LR 597.

Xiang H. et al. (2006): risk of vehicle-pedestrian and vehicle-bicyclist collisions among children with disabilities. *Accident Analysis & Prevention* 38, 1064 – 1070.

Zeedyk M. S., et al. (2002): What young children really do when crossing the road. *Accident Analysis & Prevention* 34, 1, 43 – 50.

Zegeer C.V.(1990) : Measures to improve pedestrian safety. US DOT.

Zegeer C.V. et al. (1998): Design and safety of pedestrian facilities. ITE, Traffic Engineers Council. TENC – 5A – 5.

Zegeer C.V. et al. (2001): Safety effects of marked versus unmarked crosswalks at uncontrolled locations. *Transportation Research Record* 1773, 56 – 68.

Zegeer C.V. et al. (2012): Pedestrian crash trends and potential countermeasures from around the world. *Accident Analysis & Prevention* 44, 1, 3 – 11.





w w w . r s a . g o v . i l

www.rsa.gov.il

