

כוונים

בטיחות בארץ ובעולם
סקירת ספרות וחידושים

גיליון מס' 42/43 ינואר 2003

הטכניון
המכון לחקר
התחבורה

משרד התחבורה
הרשות הלאומית
לבטיחות בדרכים

כיוונים

בטיחות בדרכים בארץ ובעולם

סקירת ספרות וחידושים

גיליון מס' 42 \ 43 ינואר 2003

עמוד	תוכן עניינים:
2	1. מאמר מערכת
3	2. מדיניות ציבורית
14	3. מחקר בסיסי
23	4. סטטיסטיקה
32	5. בטיחות הרכב
37	6. הגורם האנושי
64	7. התשתית
69	8. לוח אירועים

עריכה מדעית: ד"ר דן מוקואס

עריכה טכנית: אריה איינס

צוות המערכת: פרופ' יוסי פרשקר, ד"ר דן לינק, ד"ר דן מוקואס, זאב שדמי

הוצאה לאור:

המכון לחקר התחבורה בטכניון והרשות הלאומית לבטיחות בדרכים במשרד התחבורה

בגיליון זה:

- **תכנית 11 הנקודות של "חזון האפס" השוודי והרהורי כפירה של מדען נורווגי...**
- **מחקר בטכניון על בטיחות הסדרי תנועה בשכונות מגורים**
- **ניהול חקירת תאונות דרכים לעומק בדנמרק**
- **מצלמות מהירות בקנדה ובניו – זילנד**
- **האם הסיכון בטיסה קטן יותר מאשר בנסיעה?**
- **פסיכולוגיה התפתחותית וחינוך לבטיחות**
- **לקיחת סיכונים בקרב בני נוער בהולנד וביוון**
- **יעילות ליווי נהגים חדשים**

.... וכן גם על לימודי נהיגה, על הסיכון ברכיבה על אופניים, על השפעת הפיקוח הטכני על בטיחות רכב כבד, על תרומת מנוחת הצוהריים לבטיחות, על השמנה והיפגעות בתאונות ועל מפגשי רכבת וכביש.

1. דבר המערכת

קהילת המומחים והעוסקים בבטיחות בדרכים דנה בשנים האחרונות ברעיון המהפכני שנולד בשוודיה ואשר מרכיביו מוצגים בחוברת זו, והרי הוא "חזון האפס" (vision zero). מדובר בעיקרון פילוסופי המגדיר את יעדי המדיניות לבטיחות בדרכים של שוודיה, ושלפיו אין להשלים עם הקטל בדרכים ושניתן למנוע את ההרג ואת הפגיעה הקשה בתאונות דרכים, אפילו אם תאונות ממשיות להתרחש באופן בלתי נמנע. מדיניות זו של אפס הרוגים צריכה לדעת יוזמיה, להתקבל גם בהעדר שיקול כלכלי טהור והמטרה תושג בעתיד הנראה לעין, אך בטווח זמן לא מוגדר, על ידי מיתון קיצוני של טעויות אנוש. דבר זה אמור להתקבל אם תבנה תשתית מספיק סלחנית אפילו במחיר של ניידות מוגבלת. את התשתית הסלחנית יש לבנות בצורה שמוקד האחריות יוסט מהנהג למתכנן הדרכים והרכב.

חשיבות מרובה ניתנת בתכנית השוודית לפיתוח רכב "אינטליגנטי" שמהירותו ניתנת לשליטה גם בהעדר רצון של נהגו, ומוצגות בתכנית רעיונות לשיפור הכשרתו של הנהג עם הארכת ההתנסות בנהיגה לפני קבלת הרשיון.

גישה פחות קיצונית הוגדרה בהולנד תחת הכותרת "בטיחות ברת קיימא" (sustainable safety) המניחה את הדגש בפיתוח מדיניות של בטיחות בהרחבת אזורי 30 קמ"ש בשטח עירוני ובחיוזוק שיתוף הפעולה בין מתכננים ונציגי הקהילה בשלבי תכנון התשתית.

צריך להדגיש שבכל התכניות המגדירות את האמצעים להשגת חזון האפס אין שום רעיון מהפכני שמומחים לבטיחות לא שמעו עליו מקודם. חשיבותו של חזון זה הוא במחויבות של המערכת הציבורית להשקיע משאבים, לזרז פיתוחים, ולתת יתרון מוסרי לנציגי הגופים השונים העוסקים במלאכה. אך אין לשכוח שהשקעה מאסיבית בתחום הבטיחות בדרכים עלולה לצמצם משאבים בתחומים חברתיים אחרים ויש כמו שמדגיש הנורווגי Elvik, לחפש את המיטב ולא את המרב.

מדינת ישראל סובלת מבעיית בטיחות בדרכים חמורה. חזון אפס ישראלי יכול להיות אתגר לאלו האחראים לנושא וקבלתו על ידי נציגי העם כיעד אפשרי יפעל על המערכת המקצועית כמו הלם חשמלי וכגירוי לקידום מטרה לאומית חיונית זו. כל הגופים הרלוונטים, משרדי ממשלה, נציגי האקדמיה והגופים הכלכליים צריכים להירתם להגדרת חזון מציאותי אך אמביציוזי למאבק בתאונות הדרכים.

2. מדיניות:

קווי היסוד למדיניות בטיחות בדרכים של המועצה האירופאית לבטיחות בתחבורה (ETSC)
מקור: Newsletter on Road Safety Management (2002): ETSC update and strategies

המועצה האירופאית לבטיחות בתחבורה הפועלת במסגרת האיחוד האירופאי, הגדירה את קווי היסוד המומלצים למדיניות בטיחות בדרכים לשנות האלפיים. רוב ההרוגים בתאונות ב – 15 מדינות האיחוד, כ – 40,000 בשנה (בערך כמו בארה"ב), נפגעו בארצות בעלות רמת המינוע המרבית כמו גרמניה, צרפת, ספרד ובריטניה. לעומת זאת, שיעורי ההיפגעות היחסיים גבוהים בעיקר ביוון, פורטוגל, בלגיה, צרפת ואוסטריה. רוב הנפגעים נהרגו בהתנגשויות בין כלי רכב אך הסיכון להולך הרגל האירופאי להיהרג בתאונות דרכים גדול פי 8 – 9 ופי 20 יותר לרוכב האופנוע מאותו סיכון לנוסע במכונית.

כדי להתמודד כהלכה עם אתגר זה מציעה המועצה לעודד שימוש באמצעי תחבורה בטוחים יותר ולפעול כדי להפחית את מספר הנפגעים בקרב האוכלוסיות הפגיעות. גישה כוללת לנושא התחבורה יכולה להוביל לשיפור תוך כדי התאמתה לצורכי הציבור ולמגבלות המשתמש בדרך. המועצה מעריכה שאפשר להגיע לשנת 2010 לרמת קטלניות קטנה ב – 40% מהרמה הנוכחית בעזרת חקיקה משותפת של מדינות האיחוד ובמיוחד על ידי קביעת תקן טכני אחיד לכלי הרכב.

מאז שנות ה – 80 נמצא ששיפור המצב בדרכים באירופה היה קשור בעיקר לגורמים הבאים:

- שיפור מיגון הנוסע ברכב בעת התנגשויות: תרומה של 15%
- פעילות אכיפה וטיפול בנהגים צרכני אלכוהול: תרומה של 11%
- שיפורים בתשתית: תרומה של 6.5%

יש לציין שההערכה היחסית של גורמים אלו מתקשרת לרמה התחלתית גבוהה של התשתית ולפעילות אינטנסיבית בתחום השתייה והנהיגה ולא בגלל העמדת ספק בחשיבות גורמים אלו לבטיחות.

המועצה הגיעה למסקנות שיש לנקוט בדחיפות בצעדים הבאים:

- יישום טכנולוגיות רכב מתוחכמות במטרה לגונן על הולכי רגל ורוכבי אופניים בעת התנגשות עמם. הרווח הבטיחותי מוערך ב – 2000 הרוגים פחות כל שנה
- ציוד חובה של כלי הרכב באמצעי התראה על אי חגירה, כולל מערכות שמעיות הפועלות בצורה מדורגת, יותר ויותר תוקפנית אל הנוסע או הנהג הסרבן. אמצעי זה יכול להניב עד כ – 3000 פחות הרוגים בשנה

- מיגון קדמי וצדדי בתוך הרכב המונע או מצמצם את היפגעות הנוסעים יכול לחסוך 2500 הרוגים בשנה
- חיוב אפקטיבי של תקנת הנהיגה באורות יום לאופנועים וקלנועים על ידי ציוד כלי רכב אלו במנגנון הדלקה אוטומטי: חיסכון אפשרי ב – 500 הרוגים בשנה
- חיוב רוכבי אופנוע וקלנוע בחבישת קסדה: 1000 הרוגים פחות
- רמת אלכוהול מותרת של 0.5 גר. \ ליטר ואכיפה מוגברת: חיסכון ב - 1000 הרוגים
- קביעת חוקי עבודה ומנוחה אחידים לכל הנהגים המקצועיים הפועלים באיחוד האירופאי בשילוב עם אכיפה מוגברת (אין הערכה כמותית להשפעת צעד זה)
- חיוב בתזכיר בטיחות בכל פרויקט בתשתית לפני ביצועו.

תכנית 11 הנקודות של "חזון האפס" לשיפור הבטיחות בשוודיה

מקור:

Regeringskansliet (1999): 11 point programme for improving road traffic safety.
Ministry of Industry, Employment and Communications, Stockholm, Sweden.

באוקטובר 1997 אימץ הפרלמנט השוודי את עקרון חזון האפס המגדיר יעדי בטיחות בדרכים לשוודיה לטווח הארוך במטרה להגיע לביטול הקטל וההיפגעות הקשה בדרכים. המטרה מוגדרת כמותית במספר שלבים ומתוכנן להגיע כבר ב – 2007 להפחתה משמעותית של מספר ההרוגים בתאונות עם יעד כמותי של 270 הרוגים, כמחצית המספר בתחילת שנות האלפיים (537 ב – 1996). הרשות הדרכים השוודית קיבלה על עצמה להכין תכנית בשלבים ולייזום שיתוף פעולה משופר בין הגופים השונים האחראיים לתחבורה ובין למשתמש בדרך. התכנית מגדירה את עצמה כ"חוזה" בין הרשויות הציבוריות והאזרח. המסגרת הרעיונית העומדת בבסיס התכנית היא הדגשת האפשרות למיתון תוצאות טעויות בלתי נמנעות של הגורם האנושי, כשמערכת תחבורתית משופרת מסוגלת לספוג טעויות אלו ללא פגיעות קשות וקטלניות. מטרה זו אמורה להתקבל בתנאים הבאים:

1. **שיפור בטיחות התשתית:** הממשלה מתחייבת להשקיע בתשתית מספיק אמצעים כדי למתן את הסיכונים בקטעי דרך בעייתיים על ידי ביטול הסיכון לתאונה חזיתית ולפגיעה בעצמים מסוכנים בשולי הדרך.

2. **שיפור הבטיחות העירונית:** בשוודיה 40% מההרוגים והפצועים קשה נפגעים בדרכים עירוניות. מצב זה ניתן לשיפור על ידי השקעה במיגון הולך הרגל והרחבת אזורי 30 קמ"ש.
3. **הדגשת אחריות המשתמש בדרך:** יש להגביר את רמת הציות למגבלות מהירות, לחגירה, לאיסור על שתייה ושימוש בסמים בנהיגה. יש להגביר את הפיקוח על שעות עבודה של נהגים מקצועיים. השליטה במהירויות תושג בעזרת רשת מצלמות דרך בקטעים בעייתיים שבעיקרון אין להפתיע את הנהג אלא להצהיר על נוכחותן כדי להשיג הרתעה מרבית.
4. **שיפור בטיחות רוכבי אופניים:** כ – 10% מההרוגים בתאונות דרכים בשוודיה הם רוכבים ורובם עדיין לא חובשים קסדה. מטרת התכנית היא לעודד אך לא לחייב חבישת קסדה.
5. **בקרת איכות התחבורה המסחרית:** זו מהווה יעד לבקרה בתחומי שמירת המהירות המותרת, חגירה, הימנעות מצריכת אלכוהול וסמים וכן גם בדיקות תקינות הרכב.
6. **חיוב שימוש בצמיגי חורף** לכלל התחבורה המנועית בכבישים.
7. **פיתוח טכנולוגיות בטיחותיות:** בתשתית, כמו מיגון צמתים ומעברי חציה מתוחכמים, וברכב עם מערכות אוטומטיות המגבילות את מהירותו, עם אמצעים המזכירים לנהג שיש לבצע פעולות מסויימות ומנגנוני התראה מפעולות מסוכנות בעת נהיגה. כמו כן יש לפתח אמצעי מניעת נהיגה בעייפות, ללא חגירה או במצבים של השפעת אלכוהול וסמים. טכנולוגיות נוספות מיועדות לזיהוי כביש חלקלק, ישפרו את בלימת הרכב ויקלו על הנהג במקרי יציאת חירום. גם בתחום הרכב הטכנולוגיה המתקדמת תאפשר מיתון פגיעות בהולכי רגל תודות לפגושים יותר סלחניים.
8. **הגדרת אחריות** מתכנני הדרכים ויתר הגופים הפועלים בבנייה ובתחזוקת התשתית וכן של שירותי החירום.
9. **חידוש תקנות** התעבורה ביחס לעברות השונות.
10. **הפעלת גופים התנדבותיים** וביצוע הערכות עצמאיות של מערכות ציבוריות המטפלות בבטיחות בדרכים.
11. **מימון בניית התשתית** בשיטות לא שגרתיות, לרבות במימון פרטי.

האם יש לחזון האפס מאזן בטיחותי שלילי?

מקור:

Elvik R. (1999): Can injury prevention efforts go too far? Reflections on some possible implications of Vision Zero for road accident fatalities. *Accident Analysis & Prevention* 31,5, 265 – 286.

הגדרת יעד "אפס הרוגים ופצועים קשה" בתאונות דרכים, תוך כדי אימוץ אמצעים הממתנים טעויות בלתי נמנעות של בני אדם, היא הפילוסופיה החדשה של המערכת הציבורית השוודית בהתמודדותה עם נושא הבטיחות בדרכים. אנשי המקצוע וכן גם הציבור המשכיל הגיבו בהתלהבות ובחיוב ובמדינות רבות נוצר לחץ על מקבלי ההחלטות לאמץ את אותה גישה ולהתחייב להשגת מטרה זו, אם כי גם בשוודיה אין לה תאריך יעד מוגדר.

אחד מבכירי החוקרים בתחום הבטיחות בדרכים, הנורווגי רון אלוויק, מעלה מספר תהיות לגבי יישום יעד זה וטוען שיש לבחון את ישימותו מול אובדן המשאבים הבלתי נמנע שנוצר מההשקעה בהשגת חזון האפס. אם עלות ההשקעות הנדרשות להשגת אפס הרוגים ופצועים קשה תהיה גבוהה מדי, חלק מההשקעות הנדרשות תבואנה על חשבון משאבים נחוצים למניעת תמותה מסיבות אחרות כגון גורמי סביבה, טיפול במחלות וכדומה.

בבסיס הביקורת שמעלה אלוויק, עומד העיקרון שכל יעד של הפחתת התמותה הכללית באוכלוסייה גוררת בחירה אקראית של נהנים ושל מפסידים ובצורה יותר בוטה, כדי שמישהו יחיה, צריך מישהו אחר למות. כדי לחסוך בחיי אדם אחד ממוות בתאונת דרכים בנורווגיה, מעריך המחבר שיש להשקיע בין 3.8 ו- 47.5 מיליון דולר (!) כך שביצוע כל הנדרש כדי להשיג את יעד חזון האפס, יחייב השקעה אדירה שהשלכותיה הבטיחותיות לא יהיו אופטימליות. המחבר מסכם את הנושאים העיקריים הדורשים טיפול במסגרת החזון:

1. ביטול השימוש ברכב דו-גלגלי מנועי, אופנוע וקלנוע
2. הגבלות מהירות ל- 7 קמ"ש ברחובות מגורים; 30 קמ"ש ברחובות המיועדים לתנועה מעורבת של נהגים, רוכבי אופניים והולכי רגל; 50 קמ"ש בדרכים עירוניות עורקיות עם מיגון מלא למעברי חציה ובידול רוכבי אופניים ברשת מסלולים נפרדת; 70 קמ"ש בדרכים בין-עירוניות עם איסור מוחלט על תנועת רוכבים והולכי רגל והפרדה בין מסלולים נגדיים; 90 קמ"ש בדרכים "מהירות" הכוללות מפרדה רחבה ומוגנת
3. הצטיידות בכל כלי הרכב במערכות מתוחכמות הכוללות קופסה שחורה, מערכות המונעות נהיגה ללא חגירה ובמצבי שכרות, בקרה חיצונית של המהירות המונעת נסיעה מעל למהירות המותרת, מערכות התרעה של אי-שמירת מרחק מספיק
4. שיפור נראות הרכב וצידו באור בלימה שלישי, שיפור המיגון הסופג ברכב כבד למיתון הפגיעה בהולכי רגל, חגורות בטיחות באוטובוסים

5. שיפור התשתית והתאמתה לדרישות הגבלת המהירות; הפיכת כל שכונות המגורים למתכונת של "הרחוב ההולנדי", מניעה פיזית של האפשרות לחציית רחוב מחוץ למעברים מוגנים, שיפור התאורה הציבורית, גדרות בטיחות בכל הכבישים

6. חוקים המחייבים הולכי רגל להשתמש במחזירי אור, חיוב רוכבי אופניים בחבישת קסדה, הגברת האכיפה בנושא חגורת הבטיחות.

אלוויק פיתח מודל מתמטי המעריך את עלות ההשקעות ליישום חזון האפס בנורווגיה ומראה שלפי אומדן העלות המזערית של אובדן חיי אדם, תכנית מסוג זה יכולה אמנם להפחית את מספר ההרוגים מ – 300 ל – 90 בשנה, אך שהמחסור במשאבים לצרכים אחרים שמחייב יישומה יוביל באותה עת לעלייה ב- 1355 הרוגים, כלומר להפסד נטו של 1145 הרוגים (210-1355). גם בהנחה שעלות אובדן חיי אדם מחושבת לפי הערך הגבוה ביותר, יישום מלא של חזון האפס יוביל להגברת התמותה ב – 110 קורבנות. ניתוח זה מעלה אם כן דילמה מוסרית של הצלת אנשים במחיר אובדן חיהם של אנשים אחרים ומצביע על הצורך לקבוע יעדים אופטימליים ולא להסתפק בקביעת עמדה אידיאולוגית שצריך להציל חיי אדם בכל מחיר.

הכשרת הנהג במסגרת "חזון האפס" השוודי

מקור:

The Swedish Institute(2000): Road Safety in Sweden, Stockholm,Email: order@si.se
במסגרת חזון האפס השוודי, לפיו מתחייבת המדינה לפעול למען השגת מניעה מוחלטת של הרוגים ופצועים קשה בתאונות דרכים, כשמקובל שאי אפשר למנוע את כל התאונות אך שאפשר למתן את נזקייהן בעזרת שיפור המיגון בתוך הרכב לנוסעיו, ומחוץ לרכב בעזרת תשתית סלחנית. בו בזמן, גם האדם במערכת יתבקש לפעול ביתר אחריות ובין היתר הכשרתו ההתחלתית תעבור שידרוג שיבוסס על הדרכה תלת – שלבית. זו תתחיל בגיל 16, ולאחר הדרכה בבית ספר לנהיגה הלומד נהיגה ירכוש ניסיון בנהיגה עם מלווה עד גיל מבחן הרישוי בגיל 18. שיטה זו הפועלת מזה 9 שנים הוכיחה את השפעתה החיובית על רמת הסיכון של הנהגים החדשים. רשות הדרכים הלאומית בשוודיה מציעה להוסיף מבחני ביניים בין כל שלב לפני מתן הרשיון.

השפעת הרפורמה בלימוד הנהיגה בדנמרק על הסיכון לתאונות

מקור :

Carstensen G. (2002):the effect on accident risk of a change in driver education in Denmark. Accident Analysis & Prevention 34, 111 – 121.

לימודי הנהיגה בדנמרק עברו בשנת 1986 שינוי מעמיק בעקבות החלת תכנית חדשה שהפכה את הוראת הנושא ליותר ממוקדת בנושאי הנהיגה המונעת ובתהליכי זיהוי סיכונים, בניגוד לגישה המסורתית שנטייתה היתה לשים יותר את הדגש על רכישת מיומנויות יסוד ועל השליטה הטכנית ברכב.

בדנמרק מותר להתחיל ללמוד בגיל 17 ו – 9 חודשים ולעבור את מבחן הנהיגה בגיל 18. הלמידה נעשית אך ורק בבית ספר מורשה ואין אפשרות ללמוד לבד או בעזרת חבר או בן משפחה. התכנית החדשה הציגה פירוט שלבי למידה הכרחיים והגדירה את התנאים שעל המורה לנהיגה לקיים כדי שהלומד יעבור משלב אחד לשלב יותר מתקדם. כל נושא נלמד במקביל באופן עיוני ובאופן מעשי. בשלב ראשון, הלמידה מבוצעת במגרש הדרכה סגור. לאחר הדרכה קצרה, התלמיד מתרגל לבד (בלי מדריך ברכב) את תמרוני היסוד, את כללי השליטה ברכב ואת הפעולות הבסיסיות של הנהיגה. התרגול מתבצע במהירויות נמוכות והיא כוללת פעולות זינוק, עצירה, העברת הילוכים, פניות נסיעה לאחור וחניה. לאחר שהמדריך מרוצה מהישגי התלמיד הוא מעביר אותו לשלב הנהיגה בתנועה. גם כאן יש לעבור שלבי ביניים :

בשלב התחלתי הנהיגה מתבצעת בקטעי דרך שקטים והתלמיד מתרגל פעולות זינוק, בלימה, שמירה על מהירות קבועה ועל מיקומו בכביש. מאוחר יותר הוא יעבור ללמידת תמרוני פנייה ומעבר בצמתים.

בשלב מתקדם הלמידה עוברת לשטח עירוני ולנהיגה בתנועה ערה ולבסוף הלמידה מבוצעת בגבישים מהירים ובחשכה.

המכון הדני לחקר התחבורה האחראי לנושא הבטיחות בדרכים בארץ זו, ביצע מחקר במטרה לבדוק באיזו מידה תהליך ההכשרה המשופר השפיע על מעורבות נהגים בתאונות דרכים בשנים שלאחר הרפורמה בשיטת ההדרכה.

רמת המעורבות בתאונות נבדקה אצל נהגים מתחילים בני 18 – 19 ובני 24 – 25 המשמשים לביקורת. ניתוח תאונות של קבוצות נהגים אלו 6 שנים לפני ו - 6 שנים אחרי החלת השינוי הראה שהמעורבות היחסית של קבוצת המחקר שנחשפה לרפורמה ירדה בשיעור גדול יותר (20%) מאשר המעורבות של קבוצת הביקורת. אמנם סיבות רבות יכולות להסביר שינוי זה ולא רק שיטת הדרכה חדשה. במיוחד היה חשוב לבדוק אם לא חל שינוי ברמת החשיפה של הנהגים שלמדו בשיטה החדשה. גם גורמים דמוגרפיים יכולים להשפיע על שיעורי מעורבות באוכלוסייה נתונה. שני גורמים אלו אכן נבדקו אך לא נמצאו כבעלי השפעה משמעותית. יתר על כן הממצאים מצביעים על עלייה בנסועה בקרב הצעירים בשיעור שווה לזה של המבוגרים יותר. הועלתה השערה נוספת לגבי ממצאי המעורבות שלפיה חל שינוי במזג האוויר בתקופה שלאחר הרפורמה וכתוצאה מכך, במזג אוויר סוער נוסעים פחות ונפגעים פחות. אך המחקר הראה שוני משמעותי גם בחודשי הקיץ וכן נמצא שלא חל שינוי משמעותי בדפוסי צריכת האלכוהול שיכל גם הוא להסביר את הפער במדדי הסיכון של שתי הקבוצות. המסקנה היתה אם כן שהפחתה בסדר גודל של 50 –

150 תאונות עם נפגעים בשנה בקרב נהגים צעירים הושגה תודות ללמידת נהיגה מוצלחת יותר שהחלה בשנת 1986.

בסוף שנות ה-90 בוצע סקר בקרב מדגם אקראי של 12,000 נהגים שלמדו נהיגה שנה לפני ושנה אחרי הרפורמה. נשלח לנהגים אלו שאלון בנושאי הכשרתם לנהיגה, הרגלי נהיגה ומעורבות אפשרית בתאונות. חלק מהנשאלים נבדקו שלוש פעמים ובסך הכל התקבלו נתונים של נהגים עם ותק של עד 1.5 שנה, עד 3.5 שנים ו עד 5.5 שנים. על פי ממצאי מעורבות בתאונות וכן גם בעזרת נתוני נסועה, חושב מדד הסיכון למיליון קילומטר נסיעה של נהגים אלו בשלוש קטגוריות של ותק בנהיגה ובהפרדה בין גברים לנשים:

נשים		גברים		ותק (שנים)
אחרי	לפני	אחרי	לפני	
20.4	24.9	18.3	24.7	1.5
11.2	11.0	10.1	10.5	3.5
10.2	9.4	7.2	7.1	5.5

טבלה 1. מספר תאונות לקילומטר נסיעה לפני ואחרי החלת הרפורמה בלימוד הנהיגה בדנמרק

הטבלה מראה שיש הבדל משמעותי ברמת הסיכון של נהגים צעירים בעלי ותק עד לשנה וחצי בשתי התקופות הנבדקות. הרפורמה בשיטת ההדרכה השפיעה כנראה לטובה על מעורבותם בתאונות והדבר מופיע הן בקרב גברים והן בקרב הנשים. לעומת זאת, בקרב הותיקים יותר השפעת שיטת ההדרכה דועכת ולא נמצא הבדל בין נהגים בעלי ותק של 3.5 שנים ויותר, שהוכשרו בשיטה הישנה או בשיטה החדשה. המחקר אמנם מצא שגם לאחר ניכוי גורמי חשיפה, גורם השתייה והגורם האקלימי, נותר שינוי חיובי שניתן לייחס להשפעת תהליך הכשרת הנהג והמתבטא בירידה בשיעור המעורבות בתאונות, במיוחד מסוג התנגשות אך מעניין לציין שלא נמצאה השפעה כלשהי על תאונות רכב יחיד של הנהגים הצעירים.

הערכה בטיחותית של הסדרי תנועה בשכונות מגורים של משרד הבינוי והשיכון

מקור: הקרט ש., גיטלמן ו., בן שבת א., אברהם ג. (2002): דוח מחקר מס' 290 . 2002, המכון לחקר התחבורה, טכניון.

אמצעים הנדסיים הבאים להסדיר ולמתן את תנועת כלי הרכב הנעים בשכונות מגורים כוללים את ההתקנים הבאים:

1. הרחוב המשולב: במקורו הולנדי, הרחוב המשולב מבוסס על עיקרון עירוב תנועת כלי רכב, רוכבי אופניים והולכי רגל המבטל את הצורך במדרכות והמאופיין בשילוב רחוב רחוב בתוך המסעה למטרת שבירת רצף הנסיעה וייצירת תחושת ביטחון להולכי הרגל.
2. פסי האטה: אלו הגבשושיות או בליטות אנכיות לרחוב הכביש במלואו או בחלקו והיוצרות אי נוחיות בנסיעה עקב הטילטול הנוצר במעבר עליהן מעל למהירות מסויימת. הפרמטרים העיקריים של פסי האטה הם גובה, אורך, שיפוע ומרווח בין פסים. הפס הסטנדרטי בשימוש בארץ מבוסס על המודל האנגלי שיש לו פרופיל מעגלי בגובה 75-100 מ"מ ושאורכו בציר הנסיעה כ – 4 מ'. קיימים גם מודלים אחרים שיש להם שימושים ספציפיים כמו הפס בפרופיל טרפזי להתקנה בשטח מעבר חציה.
3. התקני הרעדה: אלו משטחים קטנים לרוחב המסעה הגורמים לרעידות ולרעש ושמטרתם לעורר את הנהג ולהתריע בפניו על סיכון קרוב. השפעתם על מהירות הנסיעה עומדת בספק לאור ממצאים בארצות שונות.
4. הצרויות נקודתיות: אמצעי זה מהווה מעין הרחבת המדרכה משני צידי המסעה כך שכלי רכב חולפים נמצאים בקושי או באי-אפשרות למעבר סימולטני ושילובן עם פסי האטה משיג יעילות מרבית בהפחתת מהירויות הנסיעה.
5. העתקות ציר (פיתול נתיבים): מסלול הנסיעה הישר מוחלף בעקומות הגורמות להאטה, למשל על ידי התקנת בליטות לסירוגין לאורך הכביש.
6. מפרדות: השפעתן על המהירות נמוכה, אך הן מועילות בהגנת הולכי הרגל הנמצאים באמצע המסעה.

התועלת הבטיחותית של אמצעים הנדסיים שונים לריסון תנועה בשכונות מגורים נבדקה ב – 37 שכונות ביישובים באזורי חיפה ובגליל שהוקמו על ידי משרד הבינוי והשיכון החל משנות ה – 80. בשכונות אלו הותקנו הסדרים לריסון מהירות התנועה כגון הצרויות מסעה, רחובות משולבים, פסי האטה ומעגלי תנועה. סקר מהירויות הנסיעה הראה שלכל הסדרי התנועה, למעט פסי הרעדה, יש השפעה משמעותית על המהירות וריבוי אמצעים אלו מהווה טיפול יעיל בבעיית המהירות בשכונות מגורים. לאמצעים אלו נמצאה השפעה בטיחותית לעומת יישובים ללא שיפורים הנדסיים מיוחדים. 63% מהשכונות הנבדקות מתאימות להגדרתן כשכונות בטוחות אך דווקא בשכונות שקיבלו טיפול הנדסי מרבי הכולל רחובות משולבים ומפרכי חניה והצרויות, שיעור התאונות החמורות של הולכי רגל נשאר גבוה ביחס לקבוצת הביקורת. המצב המוצלח ביותר הוא הטיפול "הבינוני" המגדיר שכונה שעיקר האמצעים שנבנו בה הם מפרכי חניה והצרויות במסעה אך ללא רחוב משולב שבהעדר תכנון הנדסי בטיחותי כולל לא מספק מיגון מרבי, במיוחד להולכי הרגל.

מקבץ נתונים בנושא בטיחות בדרכים במדינות שונות בארה"ב

מקור: National Safety Council (2002): Injury Facts, Itasca, Ill. USA

1. שתיית אלכוהול ונהיגה:

בשנת 2000 שיעור התאונות הקטלניות שבהן אחד מהמעורבים (נהג או הולך רגל) נמצא תחת השפעת אלכוהול הגיע - 40% מכלל התאונות הקטלניות. הממצא מהווה שיפור לעומת שנת 1990 שבה שיעור זה עמד על 50%.

בשנת 1999 1.5 מיליון נהגים נעצרו בעוון שכרות או צריכת סמים. שיעור המעורבות בתאונות קטלניות של נהגים הנמצאים תחת השפעת אלכוהול מגיע ל - 18% באור יום מכלל המעורבים אך בחשכה שיעור זה מגיע ל - 61%. ממצא מעניין הוא שנהגים בשכרות נוטים לחגור פחות מהאחרים: בקרב הנהגים שנהרגו ואשר נמצאו תחת השפעת אלכוהול רק 22% היו חגורים לעומת 51% מאלו שנהרגו ולא נמצא אלכוהול בדמם.

מגבלת שתיית אלכוהול בנהיגה קיימת בכל המדינות בארה"ב אך הערך המרבי המותר לריכוז האלכוהול בדם נע בין 0.08 ב- 27 מדינות, כמו ארקנזס, ג'ורג'יה, מיין וטקסס וב - 21 מדינות הערך המרבי נקבע ל - 0.10.

2. חגירת חגורת בטיחות:

חובת החגירה מיושמת בכל מדינות ארה"ב אך רק ב - 15 מדינות חובה לחגור בכל המושבים (למשל ב - קליפורניה, מיין, נבדה, ניו מקסיקו) וב - 35 מדינות (לרבות ניו יורק, מישיגן, טקסס, מינסוטה, אילינוי, צפון ודרום קרוליינה) יש רק חובת חגירה במושב קדמי.

3. תקנות הרשיון המדורג:

חובת ליווי נהגים צעירים בתחילת דרכם כבעלי רשיון נהיגה חלה ברוב המדינות בארה"ב אך אין חיוב זה ב - 19 מדינות (למשל באלסקה, בלואיזיאנה או בפלורידה). במדינות בהן חלה התקנה אורכה נע בין 12 ל - 50 שעות נהיגה בליווי וברוב המקרים הדרישה כוללת גם לפחות 5 עד 10 שעות נהיגה לילית.

אין איסור על הנהג החדש להוביל נוסעים ב - 32 מדינות וב - 37 מתוך 51 מדינות האיחוד חלה הגבלה או איסור על נהיגה בחשכה לתקופה מסויימת לאחר קבלת הרשיון.

4. חובת חבישת קסדה לרוכבי אופנוע:

בשנת 2001 היו רשומים ב - ארה"ב 4.350.000 אופנועים והיוו 2% מכלל כלי הרכב המנועיים. במקביל רוכבי אופנוע היוו 7% מההרוגים בתאונות דרכים. ביחס לנסועה הנמוכה יחסית של הרכב הדו גלגלי, שיעור ההרוגים לק"מ נסיעה של רוכבי אופנוע נמצא גבוה פי 21 (!) מהשיעור הממוצע לכלי הרכב האחרים. אמצעי המיגון העיקרי של הרוכב היא הקסדה, אך שיעור החבישה מגיע בארה"ב רק ל - 67%.

- חובת החבישה קיימת רק ב - 20 מדינות

- ב - 27 מדינות רק רוכב מתחת לגיל 18 חייב לחבוש קסדה

5. תאונות רוכבי אופניים :

המגמה היא בכיוון הירידה במספר הרוכבים הנהרגים בתאונות דרכים. מ – 1200 בשנת 1980, מספר זה ירד ל – 800 ב – 2001. רוב הנפגעים הם גברים (87%) וברוב המקרים המוות נבע מהתנגשות ברכב מנועי (652 מקרים). מספר הנפגעים מוערך לכ – 600,000 ושיעור חבישת הקסדה מגיע ל – 50%, כשב – 19 מדינות חובה לחבוש קסדה.

7. סיבות לתאונות על פי הנתונים הרשמיים :

שיעור כלל התאונות בהן נמצא גורם זה	שיעור תאונות קטלניות בהן נמצא גורם זה	גורם עיקרי
54.1%	59.5%	נהיגה לא תקינה
11.7% (3.2%)	23.0%	מהירות
18.3% (5.7%)	17.9%	אי מתן זכות קדימה
0.9% (5.7%)	6.3%	סטייה לנתיב נגדי
2.3% (3.0%)	0.8%	פנייה לא נכונה
0.8% (1.0%)	0.9%	עקיפה לא נכונה
5.4% (4.8%)	0.4%	אי שמירת מרחק
14.7%	10.2%	התנהגויות לא תקינות אחרות
45.9% (49%)	40.5%	לא נמצאה התנהגות לא תקינה

טבלה 1. סיבות עיקריות לתאונות בארה"ב והשוואה לסיווג דומה בארץ

בעמודה השמאלית הוצגו בסוגריים שיעורי הנהגים המעורבים בתאונות בישראל בשנת 2001 לפי סעיף זה (מתוך פרסום הלמ"ס 1179). נראה שאם בשתי הארצות כמחצית הנהגים המעורבים אינם מואשמים בנהיגה בלתי תקינה, לגבי הגורמים העיקריים שלדעת בוחן התאונות המשטרתי מסבירים את התחוללות התאונה, קיים פער גדול הנובע אולי ממאפיינים שונים של גורמי תאונות אך גם כנראה מצורת רישום ותיעוד התאונה ומהתייחסות השונה של אותו בוחן לגורם זה או אחר. פערים דומים נצפים גם בהתייחסות לתאונות הולכי רגל :
בארץ 70.7% מההולכים נפגעו בעת חציית כביש, לעומת רק 53% בארה"ב, 3.4% נפגעו בעת הליכה על הכביש (ארה"ב : 9.1%), 4.8% עמדו או שיחקו (לעומת 6.3%).

3. מחקר בסיסי :

חקירת תאונות לעומק בדנמרק

מקור :

Larsen L., Kines P. (2002): multidisciplinary in-depth investigations of head-on and left-turn road collisions. Accident Analysis & Prevention 34, 3, 367 – 380.

מאז שנות ה-60 בוצעו בדנמרק ביוזמת משרד התחבורה, חקירות תאונות דרכים לעומק בידי צוותים המורכבים ממומחים מתחומי דעת שונים העוסקים בנושא. ב-1996 הופעל צוות המורכב ממהנדס דרכים, מבוחר רכב, מרופא, משני פסיכולוגים ומנציג המשטרה במטרה לבדוק בצורה מעמיקה תאונות בעלות אופי מיוחד ולהגדיר דרכים יעילות למניעתן. הצוות פעל באופן עצמאי ביחס לבדיקת התאונה השגרתית של המשטרה אך נהנה מאישור של המערכת המשפטית לאיסוף נתונים, לרבות נתונים אישיים ובריאותיים של המעורבים כשעל כל הממצאים נשמר חיסיון משפטי.

משימת הצוות היתה לבדוק מדגמית שני סוגים של תאונות :

- תאונות חזיתיות, (18% מכלל ההרוגים בתאונות בדנמרק)
- תאונות בפנייה שמאלה, (8% מכלל ההרוגים)

בתאום עם המשטרה, מקבל הצוות התראה על התחוללות תאונה מהסוג הנבדק ובתחום גאוגרפי מוגדר. הוא מגיע למקום התאונה ב-24 השעות הבאות כדי לבצע מדידות וצילומים ובמשך שבועיים ניתן לחברי הצוות לבחון את ממצאי המשטרה ולהוסיף בדיקות, מדידות וראיונות של עדים.

המסגרת הרעיונית של החקירה לעומק מבוססת על המודל התפיסתי שפותח בשוודיה והמנתח את התהליך המוביל להתחוללות התאונה כרצף מידע פגום. החוקרים מנסים לברר מה המידע הזמין בכל רגע נתון לפני ההתנגשות, כיצד הוא נותח והובן על ידי המעורב בתאונה ואלו החלטות התקבלו בעקבות קבלת המידע.

בשלב מתקדם, מכין הצוות תסריט המתאר את התחוללות הדברים ומגדיר את עוצמת וחשיבות הגורמים שתורמו לאירוע.

ממצאים :

א. תאונות חזיתיות :

17 תאונות חזיתיות נבדקו על ידי צוות החקירה לעומק, מהן 8 קטלניות (50 נפגעים ובתוכם 13 הרוגים). אלו תאונות בעיקר בין – עירוניות כשאחד מכלי הרכב המעורבים נע על נתיב נגדי למטרת עקיפה. התאונה מתחוללת משילוב של מהירות, שכרות (כולל מסמים) והחלטה לא נכונה בשעה שתנאי השטח ומזג האוויר נמצאו תקינים. ב-8 מהתאונות נקבע שהיה שילוב של מהירות עם שכרות וחוסר ניסיון וב-5 תאונות העריכו החוקרים שהתאונה היתה מתרחשת גם אם הנהגים היו נוסעים במהירות המותרת. גורם השכרות והשפעת סמים או תרופות נמצא ב-9 מהתאונות הנחקרות.

ברוב המקרים, מתחוללת התנגשות לאחר התחלת עקיפה וביצוע תמרון חירום בלתי מוצלח הכולל פעולת היגוי- יתר, במיוחד כשהנהג חסר ניסיון, וגורמים תורמים נוספים קשורים לחוסר קשב ולעייפות בשעה שלגורמי התשתית לא נמצא משקל רב בתאונות אלו.

ב. תאונות בפנייה שמאלה:

המדגם כולל 17 תאונות מהן 7 בשטח עירוני, 12 התרחשו בצמתי קמץ, 4 בהצטלבות ואחת בקטע דרך ישר.

ניתוח התאונות מעלה את סוגיית הקשב הנחוץ לביצוע תמרון נהיגה זה. בחלק מהמקרים היו חסימות בשדה הראייה של הנהג ובכמה מקרים הנהג לא שם לב לתנועה מאחד הכיוונים. ב – 6 מקרים הנהג היה בגיל מעל ל – 74 וממצא זה מחזק את החשד שתהליך קבלת ההחלטות שלו היה פגום בהקשר לקשב ולקליטת מרב המידע התפיסתי הנחוץ לביצוע הפנייה.

צוות החקירה לעומק הדני ממשיך היום את פעילותו תוך כדי התמקדות בתאונות רכב כבד. שיטת העבודה שיושמה על ידי חבריו והשתפרה תוך כדי רכישת ניסיון, מאפשרת איסוף מידע מגוון מעל למה שניתן להשיג מתיק החקירה המשטרתי, אך אין בעבודה הנוכחית יישום מסקנות ברור, מה גם שמשמעותן עומדת בספק לאור חוסר הייצוג הסטטיסטי של מדגם התאונות הנבדקות.

בחינת התייחסות נהגים מקצועיים לדילמות תחבורתיות דרך מודל "זיהוי האותות"

מקור:

Rosenbloom T., Wolf Y. (2002): signal detection in conditions of everyday life traffic dilemmas. Accident Analysis & Prevention 34, 6, 763 – 772.

הבנת תהליך חיפוש המידע על ידי המשתמש בדרך במטרה לקבל החלטות מתאימות, המשקללות השגת יעדים עם נטילת סיכון סביר, מהווה תחום מחקר חשוב של הבטיחות בדרכים. לתובנה מעמיקה בנושא זה השלכות מרובות הן בהכשרת נהגים, הן בתכנון מערכות טכנולוגיות והן בהיבטי הנדסת אנוש ברכב ובתשתית.

הנהג משיג את המידע הנחוץ לו תוך כדי ביצוע מטלה לעיתים עמוסה, ועושה מאמצים לקליטת פרטים רלוונטים לפעולתו ולסינונם מתוך ערב רב של אירועים חסרי משמעות מבחינתו אך שנוכחותם הבלתי נמנעת גוזלת ממנו משאבי קשב וזמן. הוא משיג אם כן את המידע הנחוץ לו מתוך רקע עמוס מידע לא נחוץ ואפילו מפריע, המהווה בשפת המומחים לתקשורת "רעש תפיסתי".

כבר בשנות ה – 50 של המאה הקודמת ועל רקע של ניתוח מטלות גוזלות קשב כמו צפייה ממושכת על מסך מכ"ם, פותח מודל תיאורטי של "זיהוי האות" המעריך את יכולת הצופה לזהות אות או סימן משמעותי על רקע של רעש תקשורתי, בעיקר ראייתי ולהימנע משתי הטעויות הסטטיסטיות המנוגדות של ההתעלמות ואזעקת השווא.

תגובת הצופה להופעתו האפשרית, אך הלא בטוחה, של אות, כלומר של אירוע בעל משמעות, תלויה קודם כל ברגישותו, הנובעת מיכולתו הטכנית או הפיזיולוגית להבדיל בין מצב של רעש

בלבד (אותות חסרי משמעות אך שחייבים לצפות בהם קודם לפני שמחליטים לדחות אותם!), ובין מסר רלוונטי אך הדומה בצורתו ובעוצמתו לאות החסר משמעות. ברור שאם הצופה מזהה אות או תופעה רלוונטית, למשל הופעת הולך רגל בלילה במעבר אפל כשהוא לבוש בבגדים כהים והולך על רקע של מבנים וצמחייה בגוונים דומים, רגישותו גבוהה ויכולתו טובה יותר לבצע פעולות נכונות ולמנוע תאונה. אך גורם שני משחק תפקיד מכריע בתהליך זה והוא טמון באמת המידה בה בחר הצופה לקביעת המשמעות של אירועים שונים. אמת מידה זו יכולה לבא לכדי ביטוי במרחק שמעברו אין לנוהג עניין במציאת הולך רגל על הכביש, כפונקציה למשל של מרחק העצירה של רכבו. נהגים מסויימים יתייחסו לקיומו של חוצה כבר במרחק של 200 מ' בשעה שנהגים אחרים, בעלי יכולת ורגישות דומה, יסתפקו ב – 100 מ' כמרחק קריטי לאיבחון נוכחות הולכי רגל. אמת מידה זו תלויה אם כן לא רק ביכולות אלא בעיקר במניעים שיש לצופה, על רקע של הערכת עלויות מול תגמול. בחירה בפעולה הכרוכה בסיכון (עלות) כמו חציית צומת על ידי נהג א', מניחה שנהג ב' המגיע מהצד, לא ינסה לעבור ראשון וייתן לנהג א' זכות קדימה. במונחים של מודל זיהוי האותות, נהג א' העובר בצומת מתעלם מנוכחות נהג ב', כלומר מתעלם מהאיום הגלום בנוכחותו והיה ונהג ב' זה מחליט שלא לתת את זכות הקדימה לרעהו.

המחקר שנעשה על ידי החוקרים באוניברסיטת בר אילן משתמש בפרדיגמה של מודל זיהוי האותות בתהליך צפייה מובנת של קבוצת נהגים מקצועיים במרוצת עבודתם השגרתית. את איכות פעולותיהם בנהיגה במטלות מוגדרות, משווים החוקרים למבנה אישיותם ביחס לממד הפסיכולוגי של "חיפוש ריגושים" המניח שאנשים מסויימים מתייחסים לסיכונים בצורה יותר חיובית מאשר אנשים אחרים, ושיש להם מניע פחות או יותר חזק לחפש ולהתעניין בחוויות מסוכנות, בעלות משקל ריגושי גבוה. לעומת מחפשי ריגושים המוצאים עניין בסיכונים, קיימת קבוצה אחרת של בני אדם, בעלי מבנה אישיות דוחה סיכונים והנוטה להעדיף אירועים רגועים ובטוחים יותר. את הקבוצות הללו אפשר לזהות בעזרת מבחני אישיות. במסגרת המחקר, נבדקת ההשערה הסבירה שלנהגים המציגים תכונות של מחפשי ריגושים יש סף רגישות נמוך יחסית לשעמום והם נוטים לזהות פחות את הסיכון שבאירועים שונים או לתת לאירועים תחבורתיים פחות משקל בטיחותי מאשר אלו המסווגים כדוחי ריגושים. למטרה זו בוצע מעקב התנהגות על 28 נהגים מקצועיים שנסעו בליווי של צופה במשך 3 – שבועות. הצופה העריך על סולם של 5 נקודות את רמת הסיכון של פעולות שונות במשך הנסיעה ונבדקו הפעולות הבאות:

- מפגש עם הולך רגל
- תגובה לאור צהוב ברמזור
- השתלבות לכביש ראשי
- שמירת מרחק

בכל אחד ממצבים אלו בוצעה הערכה לפי אמות מידה של המודל הסטטיסטי לזיהוי האותות:

- פעולה נכונה: עצירה מול הולך רגל חוצה או שמירת מרחק תקינה
- החטאה: בלימה מאוחרת, חציית צומת באור צהוב, אי-שמירת מרחק

- אזעקת שווא: עצירה מול הולך רגל שלא חוצה את הכביש, המתנה מיותרת בהשתלבות לכביש ראשי כשזה חופשי מתנועה
- דחייה נכונה: לעבור בלי עצירה באין חוצה על הכביש, מעבר באור צהוב בתנאים מתאימים, צמצום מרחק מהרכב המקדים בעת האטה.

כל הנהגים עברו את מבחן חיפוש הריגושים בגירסתו העברית. ממצאי המחקר מראים שנהגים שהשיגו ציון גבוה בסולם חיפוש הריגושים והוגדרו כבעלי נטייה גבוהה לנטילת סיכונים אכן נוטים יותר מהאחרים להתעלם מהסיכונים המגולמים בדילמות התחבורתיות בהן הם היו מעורבים. נטייה זו בולטת במיוחד בקרב הצעירים שבמדגם הנהגים הנבדק. נראה שמגמה זו מתמתנת עם הגיל, לעומת מרכיב העמידה בפני שעמום שלא מציגה הבדלים בין צעירים למבוגרים. באופן כללי ממצאי המחקר ממחישים את העניין שבשימוש במודל זיהוי האותות להערכת התנהגות כרוכה בסיכון, כמו זו של נהגים, והם מובילים להגדרה של השערות מחקר נוספות במטרה לבחון מודלים התנהגותיים נוספים ובמיוחד את תהליך הפיזי או ההתאמה ההתנהגותית. ידוע שמנגנון זה שנחקר רבות כדי להסביר מדוע פעולות ואמצעים שצריכים עקרונית להוביל לשיפור הבטיחות אכזבו לא פעם (לדוגמה, התקנת מערכת למניעת נעילת הגלגלים) על רקע של שינוי התייחסות הנהג לרמת הסיכון החדשה. תהליך של התאמה לרמת סיכון מחייב קודם כל הפעלה של מערכת זיהוי והערכת סיכונים כך שהמודל הנחקר כאן יכול להיות מאוד רלוונטי.

הסיכון ברכיבה על אופניים: מבט בריטי אופטימי

מקור:

Warlaw M. (2002): assessing the actual risks faced by cyclists. *Traffic Engineering & Control*, December, 420 – 424.

רבע מהנסיעות במכונית בבריטניה קצרות מ – 3 ק"מ ומחציתן לא ארוכות יותר מ – 8 ק"מ, שאלו מרחקים סבירים לרוכב על אופניים, גם ללא כושר מיוחד. לרכיבה יתרונות אקולוגיים ובריאותיים חד – משמעיים אך עידוד הרכיבה נתקל במחסום הבטיחותי שכן הסיכוי להיפגע בצורה חמורה בעת רכיבה על אופניים מוערך בדרך כלל כגבוה ביחס לאותו סיכוי בנסיעה במכונית. מחבר המאמר, שהוא רוכב אופניים נלהב, מנסה תוך עיון מחודש בסטטיסטיקה של ההיפגעות, למצוא סימוכין לרעיון שהרכיבה איננה כה מסוכנת ושהיא תלך (או תרכוב) ותהפוך ליותר בטוחה ככל שהרוכבים יגבירו את נוכחותם בכביש לעומת הנהגים ברכב מנועי. נקודת המוצא בטיעונו מתבססת על העובדה שבבריטניה, שיעור הנפגעים בתאונות דרכים גדל רק ב – 30% כשהחשיפה מוכפלת. זהו ממצא נכון גם לרוכבים וגם לנהגים ותואם למה שידוע על הסיכון של נהגים מקצועיים שחשיפתם גבוהה אך שיעור מעורבותם בתאונות קטן יחסית לנהגי רכב פרטי. מכאן קובע המחבר שיש מקום לצפות לשיפור יחסי של בטיחות הרוכבים ככל שיותר אנשים ירכבו יותר זמן על אופניים. נכון להיום, רק 7% מהאוכלוסייה הבריטית משתמשת

באופניים בדרך שיגרה, לעומת החזקת רכב ב – 70% ממשקי הבית. יתר על כן, בהערכת הסיכון היחסי של הרכיבה מול הנהיגה, שוכחים בדרך כלל שהרוכבים צעירים יותר בממוצע מאשר הנהגים, דבר התורם למעורבות בתאונות בגין גורם הגיל והנטייה הכרוכה בו ללקיחת סיכונים, באופן בלתי תלוי באמצעי התחבורה שבו השתמש הנפגע.

את רמת הסיכון (נתונים של בריטניה) אפשר להעריך כמותית בעזרת המדדים הבאים :

- א. הממד הקילומטרי מצביע על רמת סיכון של הרוכב נמוכה מזו של הולך הרגל: 34 הרוגים למיליארד ק"מ ברכיבה לעומת 49 הרוגים למיליארד ק"מ בהליכה.
- ב. הממד השעתי מצביע על סיכון לשעת נסיעה גבוה יותר לרוכב מאשר להולך הרגל ולנהג:
 - הולך רגל: 0.20 הרוגים למיליון שעות הליכה
 - נהג: 0.13 הרוגים למיליון שעות נסיעה
 - רוכב אופניים: 0.46 הרוגים למיליון שעות רכיבה

המדד לפי יחידת זמן, שעליו דובר כבר בגיליון זה, ושיש לו משמעות קיומית יותר גדולה מאשר לממד הקילומטרי, אינו תומך ברעיון שרצוי לעודד את הרכיבה אך כאן מציע המחבר תרגיל שלפיו ממצאים אלו מתאימים רק למצב הנוכחי, עם זמן חשיפה לרכיבה בסדר גודל של 100 שעות בשנה בלבד, לעומת ערך ממוצע של 280 שעות נסיעה בשנה במכונית. לפי עיקרון האטת קצב ההיפגעות ביחס לחשיפה מוגברת שהוצג לעיל, המחבר מחשב שוב את מדד הסיכון ומגיע לתוצאות הבאות:

- הולך רגל: 0.11
- נהג: 0.13
- רוכב אופניים: 0.25

כלומר, לטענת מחבר המאמר, כשיקדישו הולכי הרגל והרוכבים את אותה מכסת שעות שמקדישים הנהגים לנסיעה ברכב, ובגלל הקשר הלא – לינארי בין חשיפה וסיכון, מצבו של הרוכב יהיה יותר טוב מאשר מצבו של הנהג, אם לוקחים גם בחשבון את השיפור בתמותה הנובעת משימוש באמצעי תחבורה שתורם לבריאות, הן של הרוכב והן של האנשים האחרים שישבלו פחות מפגיעת כלי רכב ומזיהום האוויר שהם יוצרים.

מחבר המאמר דן בנוסף בנושא ההפרדה בין מכוניות ורוכבי אופניים ולדעתו, רמת הבטיחות הגבוהה יחסית של הרוכבים בהולנד ובדנמרק נובעת פחות מתשתית משופרת ויותר מתופעת הנוכחות הבולטת של משתמשים בדרך אלו, המחייבים את הנהגים לתת תשומת לב לקיומם. אכן, בין 1980 ל – 1990, מספר הרוכבים בבריטניה גדל רק ב – 30% בשעה ששיעור ההיפגעות הקטלנית של הרוכבים ירד מ – 43 ל – 25 הרוגים למיליארד ק"מ, כלומר הפחתה של 42%. המלצות המחבר לאור ממצאים אלו וניתוחם הן שיש לעודד את הרכיבה על אופניים ושגידול מספר הרוכבים על הכביש יגרור הפחתה של הסיכון בהיות הרוכב צפוי יותר לנהג, כך שלא יהיה צורך בהפרדת תנועת הרוכבים מתנועת כלי הרכב.

אכיפת המהירות בעזרת מצלמת מכ"ם בקנדה

מקור:

Chen G. et al. (2002): speed and safety effect of photo radar enforcement on a highway corridor in British Columbia. *Accident Analysis & Prevention* 34, 2, 129 – 138.

במדינת בריטיש קולומביה שבקנדה בשנת 1995, ולפי נתוני המשטרה, 37% מהתאונות הקטלניות ו- 15% מכלל התאונות עם נפגעים היו קשורות לגורם המהירות. בעקבות ממצאים אלו הוחל ב- 1996 מבצע אכיפה אלקטרונית המשלבת מדידת מהירויות עם מכ"ם וצילום רכב עבריון. מחקר הערכה בוצע לאחר מכן ובדק את השפעת האכיפה על משטר המהירויות ועל השינויים המספר התאונות לתקופה של שנתיים בהשוואה לתקופה מקבילה לפני החלת האכיפה.

נושא האכיפה האלקטרונית אינו חדש וממצאים מארצות שונות מחזקים בדרך כלל את הדעה שפעילות זו משפרת את הבטיחות. כך למשל נמצאה בנורווגיה הפחתה של 20% במספר התאונות עם נפגעים והפחתה של 12.1% בתאונות קשות וקטלניות במערב לונדון. עם זאת, לא תמיד מצליחים המחקרים לבודד את השפעת האכיפה האלקטרונית של מגבלות המהירות מהיבטים אחרים של האכיפה, כמו במדינת ויקטוריה (אוסטרליה), שהשיגה בשנות ה-90 הישגים מרשימים בהפחתת הקטל בדרכים, אך באכיפה כוללת שעסקה לא רק במהירות אלא גם בשכרות. הפעילות המשולבת בשני התחומים הניבה את התוצאה החיובית מבלי שאפשר לאמוד בצורה ברורה מהו מקור הרווח הבטיחותי העיקרי.

התכנית שהופעלה במדינת בריטיש קולומביה בשנת 1996 החלה בשלב של אכיפה "רכה" המסתפקת במכתבי אזהרה לנהגים עברייני מהירות במשך שלושת החודשים הראשונים של המבצע. לאחר מכן הוחל בענישה שגרתית של קנסות על מהירות מופרזת, תוך כדי הפעלת אמצעי הסברה בעוצמה גבוהה שהעבירו את המסר לכמעט כל האוכלוסייה במדינה זו.

בעיה שעולה תדירות עם אכיפת המהירות היא האפשרות שנהגים המאיטים בקרבת נקודת אכיפה, נוטים לנסוע יותר מהר לאחר מכן, כדי לפצות את עצמם על הזמן האבוד. התוצאה יכולה להיות שילוב של הבטיחות באזור האכיפה עם נדידה של מוקדי תאונות לאתרים אחרים כך שהרווח הבטיחותי הכולל עלול להעלם. נושא זה נלקח בחשבון במחקר הנוכחי.

בקטע דרך של 22 ק"מ הופעלה מערכת אכיפה אלקטרונית המודדת מהירויות והמצלמת את הרכב העבריון תוך כדי ניוד תחנת המדידה במספר מקומות לאורך הציר.

תוצאות המחקר מאששות את השערת יעילות אכיפת המהירות הן על המהירויות הממוצעות והן על התאונות באתרי האכיפה. נמצאה תוצאה פחות שלפיה ההשפעה החדה ביותר על המהירות התחוללה דווקא בשלב הראשון של האכיפה, כשהמשטרה הסתפקה במשלוח מכתבי אזהרה לנהגים העבריינים. בהחלת שלב הענישה, המהירות הממוצעת ירדה כבר מתחת למהירות המרבית המותרת ושמרה על יציבותה במשך שנתיים.

ממצא נוסף בעל משמעות היה קיומה של השפעה ממתנת על מהירויות הנסיעה בטווח של 2 ק"מ אחרי נקודת המדידה לא רק לגבי המהירות עצמה אלא גם לגבי פיזור המהירויות הנמדדות.

לשינויים אלו היו השלכות בטיחותיות. למרות העליה בנפחי התנועה בתקופה הנבדקת, מספר התאונות בשלב "אחרי" היה רק 554 לעומת 609 בשלב "לפני". ניתוח הנתונים מוביל למסקנה שהאכיפה האלקטרונית הניבה חסכון בסדר גודל של 11 – 14 אחוז במספר התאונות בקטעי הדרך

שבהם נעשתה האכיפה, אך שהיא גם גרמה בעקיפין לשיפור בסדר גודל של 10 – 19 אחוז פחות תאונות בקטעי הדרך האחרים על אותו ציר תנועה. בסך הכל השפעת התכנית הכוללת מוערכת לבין 7 – 16 אחוז פחות תאונות.

עוד נמצא שלאכיפה היתה השפעה ממשככה ושלא זוהה תהליך פיצוי אפשרי בצורה של הגברת מהירות לאחר מעבר על יד תחנת מדידה. יש לייחס כנראה תוצאה זו לשיטת האכיפה הניידת שהגבירה את אי הוודאות של הנהג לגבי קיום אזורים ללא סכנת אכיפה לאורך הדרך.

יעילות מצלמות מהירות מוסוות

מקור :

Keall M. D. et al. (2002) : further results from a trial comparing hidden speed camera programme with visible camera operation. Accident Analysis & Prevention 34, 6, 773 – 777.

הפחתת עברות מהירות מהווה אחת מהמטלות המרכזיות של האכיפה והשפעתה על הבטיחות בדרכים מוסכמת על כל המומחים. היא ניתנת להשגה בצורה יעילה על ידי הפעלת מצלמות אוטומטיות המאפשרות אכיפה ללא מעורבות שוטרים בשטח. הקשר בין עוצמת הפעילות לאכיפת חוקי המהירות בעזרת מצלמות ובין הירידה האפקטיבית של המהירויות הממוצעות ושל מספר התאונות נבדק במחקר שנעשה בניו – זילנד ובו בוצעה השוואה בין שתי גישות אכיפה אוטומטית :

1. מצלמות גלויות, המיועדות להרתעה עכשווית
2. מצלמות מוסוות המיועדות להשגת תפיסות עבריינים מרביות (עם אפקט הרתעה עתידית)

נעשה איסוף נתוני אכיפה במשך שנתיים בקטעי דרך המוגבלים ל – 100 קמ"ש ושבהם פעלו מצלמות מוסוות. לאכיפה הגלוייה יש את היתרון של ההרתעה המיידית כשהנהגים מזהים את המצלמה ומתאימים את מהירות נסיעתם לדרישות החוק. לגישה זו יש את החיסרון הנובע מהידע שיש לנהג מתי הוא עבר והתרחק מהמצלמה והוא יכול אם כן לפתח אסטרטגיה של שינוי מהירויות כפונקציה של התקרבות והתרחקות ממצלמה שמקומה ידוע.

לאכיפה הסמוייה יש לעומת זאת השפעה שונה וחלק מהנהגים החולפים בקרבתה אינם מודעים לקיומה ונתפסים בעברת מהירות מופרזת. יש למצלמה הסמוייה פרון גבוה יותר בתפיסת עבריינים ובמיוחד עבריינים "כבדים" הנוסעים במהירויות מאוד גבוהות.

באזור הניסוי נמצא לאחר שנתיים שהאכיפה הסמוייה מניבה שיפור בטיחותי גדול יותר מאשר האכיפה הגלוייה: ירידה של 11% במספר התאונות ושל 19% במספר הנפגעים באזור הסמוי בהשוואה לאזור הביקורת. יתר על כן, חלה ירידה של 9% במספר הנפגעים הממוצע לתאונה, דבר המעיד בצורה עקיפה על ירידה בחומרת התאונות.

יש לציין שבאזור בו פעלו המצלמות הסמויות, שיעור רישום דוחות מהירות גדל פי ארבעה ביחס לאזור הביקורת, כך שהשיפור הבטיחותי נובע כנראה לא רק מעצם היות האכיפה סמוייה אלא גם מתחושה מבוססת של הציבור שבאזור קיימת פעילות אכיפה אינטנסיבית.

הערכת הפער הקריטי בחציית צומת

מקור :

Dissanayake S. et al. (2002) : driver age differences in day and night gap acceptance capabilities. IATSS Research 26, 1, 71 – 79.

מבחינתו של נהג המגיע לצומת מדרך משנית, תנאי הכרחי לביצוע תמרון הנהיגה של חציית הצומת קשור ליכולת לקבוע בצורה תקינה אם הזמן עד הגעתו של רכב הנע בדרך הראשית, הוא זמן סביר כדי לאפשר מעבר ללא צורך במתן זכות קדימה. במודע או שלא במודע, מבצע הנהג המגיע מהדרך המשנית הערכת "פער" ומחליט אם לקבל אותו, כלומר לקבוע שהוא מספיק ארוך, או לדחות אותו, כלומר להחליט שלא לעבור ולהמתין לפינוי הצומת על ידי הרכב השני.

מבחינה הנדסית, הפער הוא מרווח הזמן העובר בין הגעת שני כלי רכב הנעים על הכביש הראשי. הוא מתחיל כשקצה הרכב הראשון חולף על פני נקודה מוגדרת כהתחלת הצומת ועד שמגיע לאותה נקודה רכב עוקב. נהג הנמצא בעמדת "עצור" צריך להחליט לעבור בין שני כלי הרכב אם הפער סביר או להמתין למעבר הרכב השני ולבדוק פער חדש. מתכנן הדרכים מצפה מהנהג להיות מסוגל לזהות מתי הפער הוא מעל לערך סף של החציה הסבירה והמכונה הפער הקריטי. זמן קצר מערך זה, המחושב לפי תכונות התנועה בצומת, מחייב דחייה, כלומר הימנעות ממעבר ומתן זכות קדימה לרכב הנע בדרך הראשית. פער גבוה מהפער הקריטי מוגדר כמתאים מבחינה תכנונית לחציית הצומת ללא הפרעה לתנועה. בפועל, ובגלל השוני בין נהגים ובין פערים אישיים של כל נהג ונהג בנסיבות שונות, ההגדרה המעשית של הפער הקריטי מבוסס על חישוב הערך החציוני של פערים מתקבלים על ידי מדגם מייצג של נהגים בצומת נתון. באותו אתר, הפער הקריטי הוא איפה מרווח הזמן ש – 50% מהנהגים מקבלים (ו – 50% האחרים דוחים).

קבלה או דחייה של הפער בצורה תקינה הוא תנאי יסוד להתנהגות בטיחותית באחד מהאירועים התחבורתיים המרכזיים אשר השלכותיה למניעת תאונות – אכן קריטיות. בבסיס התנהגות זו עומד מנגנון תפיסתי של הערכת מרחקים, מהירויות וזמנים וקבלת החלטות בלחץ זמן. מנגנון זה מושפע משינויים ביכולת האדם לבצע מטלות אלו לאור ההתדרדרות של מערכות פסיכו – פיזיולוגיות עם הגיל ובמיוחד בתנאי נהיגה ירודים כמו בנהיגה בלילה.

נושא זה נבדק מחקרית במטרה לקבוע עד כמה משתנה הפער הקריטי של נהגים בגילים שונים ובשני מצבי נהיגה: ביום ובחשכה. שתי מטלות נהיגה נבדקו במחקר: חציית צומת בקו ישר וחצייתו עם פנייה שמאלה. המדידות בוצעו בשלושה צמתים בעלי תכונות דומות בפלורידה ונמדדו הפערים הנדחים והמתקבלים של נהגים אשר גילם הוערך על ידי צופים. בשעות החשכה הצופים נעזרו במערכת ראיית לילה מסוג NOCC3 כדי לקבוע אם הנהג צעיר (מתחת ל – 25), בוגר או מבוגר (מעל ל – 65).

הפער הקריטי הוא מרווח הזמן המחלק את מחצית הנהגים למקבלים ואת מחציתם השנייה לדוחים. במילים אחרות זוהי ההסתברות המצטברת של 50% לקבלת הפער. במחקר הפער הקריטי הנמדד הוגבל ל – 10 שניות, שכן פערים גדולים יותר מתקבלים על ידי 100% הנהגים ואין עוד בעיה של אי ודאות לגבי קבלתו. מהצגת נתוני המדידות בצורת גרף הסתברות מצטברת מתקבלת עקומה מאפיינת בצורת האות S שעליה אפשר לקבוע בעין מה אחוז הנהגים שיקבלו פער נתון. הגרף מראה למשל שבפנייה שמאלה באור יום, 50% מהנהגים בגיל הביניים יקבלו פער

של 6.3 שניות ומעלה ובחציית צומת בקו ישר, 60% מהם יקבלו פער עד 6.8 שניות (ו – 40% הנותרים יזדקקו לפער של יותר מ – 6.8 שניות).

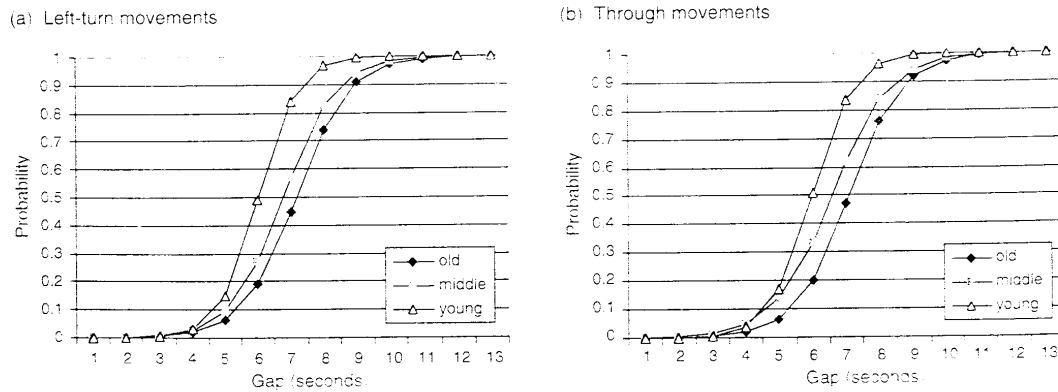


Fig. 3 Gap acceptance curves for daytime

ציור 1. הסתברות (אחוז מצטבר) של קבלת הפער באור יום לפי גיל ולפי סוג התמרון (מימין נסיעה בקו ישר ומשמאל פנייה שמאלה). פער של למעלה מ – 10 שניות מתקבל על ידי 100% מהנהגים. בציר האופקי מוצגים ערכי הפער הקריטי ובציר האנכי שיעור הנהגים המקבלים את הפער הנתון (וכל הערכים שמתחתו). נתוני הצעירים מיוצגים על ידי קו משולשים ונתוני המבוגרים בקו מעויינים שחורים.

בטבלה הבאה מוצגים הערכים הממוצעים של הפערים הקריטיים המתקבלים על ידי הנהגים בגילים שונים ביום ובלילה:

קבוצת גיל	סוג תמרון	פער קריטי ביום	פער קריטי בלילה
צעירים	פניה שמאלה	6.02	6.37
	ישר	5.98	6.50
גיל ביניים	פניה שמאלה	6.77	7.09
	ישר	6.58	6.87
מבוגרים	פניה שמאלה	7.16	7.58
	ישר	7.08	7.36

טבלה 1. הבדלי פערים (בשניות) בין קבוצות גיל וזמן ביממה

הממצאים מצביעים על הנטייה של המבוגרים לקבוע פער קריטי יותר גדול בכל מצבי הנהיגה אך ההבדלים קטנים ולא מובהקים מבחינה סטטיסטית, כלומר הם יכולים לנבוע מהשפעות אקראיות ולא מסיבה שיטתית כמו גיל, אך ההבדל מובהק בין המבוגרים והצעירים לגבי הפערים הקריטיים בלילה.

. סטטיסטיקה :

א. באילו נסיבות נפגעים הולכי-רגל בכביש?

מקור: ד"ר דן לינק, הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים

נתוני שנת 2001 שופכים אור על נסיבות היפגעות הולכי-ברגל, ומהם אנו למדים כי:

- הולכי-הרגל הם כשליש מההרוגים בתאונות דרכים בארץ (32%).

- הולכי-הרגל הם כשליש מן הפצועים קשה (30%).

- הולכי-הרגל הם כ-8% מסה"כ הנפגעים.

האם זה הרבה? האם זה מעט? לעומת ישראל (32%), שיעור הולכי-הרגל מכלל ההרוגים באוסטריה הוא 15%, בבליגיה 10%, בבולגריה 31%, בצ'כיה 24%, בדנמרק 20%, בפינלנד 16%, בצרפת 10%, בגרמניה 15%, בהונגריה 29%, באיטליה 13%, בלטביה 40%, בליטא 37%, בנורבגיה 14%, ברומניה 47%, ברוסיה 44%, בשוויץ 22%, באוקראינה 45%, בבריטניה 25% ובארה"ב 11%. כשנלך ברגל בטיולינו בחו"ל נדע איפה להיזהר במיוחד, וגם ממי.

עוד אנו למדים מנתוני שנת 2001:

1. כ-30% מהולכי-הרגל שנפגעו בתאונות לא חצו את הכביש, אלא עמדו בו, הלכו לאורכו, שיחקו בכביש, או נפגעו במדרכה או על אי תנועה וכיו"ב.

2. כ-70% מהולכי-הרגל שנפגעו בתאונות חצו כביש בעת היפגעים. מאלה יותר ממחציתם

(53%) נפגעו בתוך מעבר-חציה! היתר (47%) נפגעו מחוץ למעבר-חציה. בטיולינו ברחוב בארץ נדע איפה

להיזהר במיוחד, וגם ממי.

איך נפגעים ילדים כהולכי-רגל?

בטבלה דלהלן חלק מהתשובה:

מס"ד	פעולת הולך-הרגל ←		סה"כ	לא חצו את הכביש	חצו כביש בעת הפגיעה			
	סה"כ נפגעים	גילאים			סה"כ	במעבר-חציה		
		←				↓	לא במעבר-חציה	במעבר-חציה
	סה"כ נפגעים	ילדים עד 5	ילדים 5-9	ילדים 10-14	סה"כ עד גיל 14	% הילדים מסה"כ	% הילדים מסה"כ	
1.	2,995	819	2,119	273	859	366	621	
2.	178	70	105	6	16	22	61	
3.	323	58	259	9	82	46	122	
4.	244	54	184	24	70	31	59	
5.	745	182	548	39	222	99	242	
6.	25	22.2	25.9	14.3	25.8	27.0	39.0	
7.	25	22.2	25.9	23.0	34.5			

מהשורות 6, 7 אנו למדים כי :

1. שיעור הילדים הנפגעים במעברי-חציה מכלל הנפגעים קטן יחסית.
2. שיעור הילדים הנפגעים שלא במעבר-חציה גדול מאוד.
3. במעבר-חציה מרומזר שיעור הילדים הנפגעים **קטן מאוד (14%)**.
4. במעבר-חציה לא מרומזר שיעור הילדים הנפגעים **גבוה (26%)**.
5. מחוץ למעבר-חציה, בקרבת צומת שיעור הילדים הנפגעים **גבוה (27%)**.
6. מחוץ למעבר-חציה, הרחק מצומת, שיעור הילדים הנפגעים **גבוה מאוד (39%)**.

נכון שאין מידע על שיעור הילדים החוצים מכלל החוצים, אולם ראוי לבדוק אם אין בנתונים האלה רמז לקושי היחסי של ילדים בחציית כבישים. במעבר-חציה המטלה קלה (וברמזור במיוחד), מחוץ למעברי-חציה המטלה קשה (והרחק מצומת קשה מאוד).

האם המאמץ להגברת הבטיחות בקרב הנוער החוצה כבישים אכן ממוקד בנקודות התורפה או שאנו מחטיאים את המטרה?

ב. חומרת היפגעות הולכי רגל בישראל

מקור: תאונות דרכים עם נפגעים 2001, פרסום הלמ"ס 1179, 2002, ירושלים.

נתוני היפגעות הולכי רגל מוצגים במסמך המסכם את נושא התאונות בישראל והמתפרסם על ידי הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.

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 בהעדר 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. בנתונים ניתן להיעזר במדד החומרה המחושב כאחוז הנפגעים בצורה קשה וקטלנית מתוך כלל הנפגעים בסוג תאונה נתון. הטלה הבאה מסכמת ממצאים אלו ומאפשרת השוואה בין סוגים שונים של היפגעות הולכי רגל:

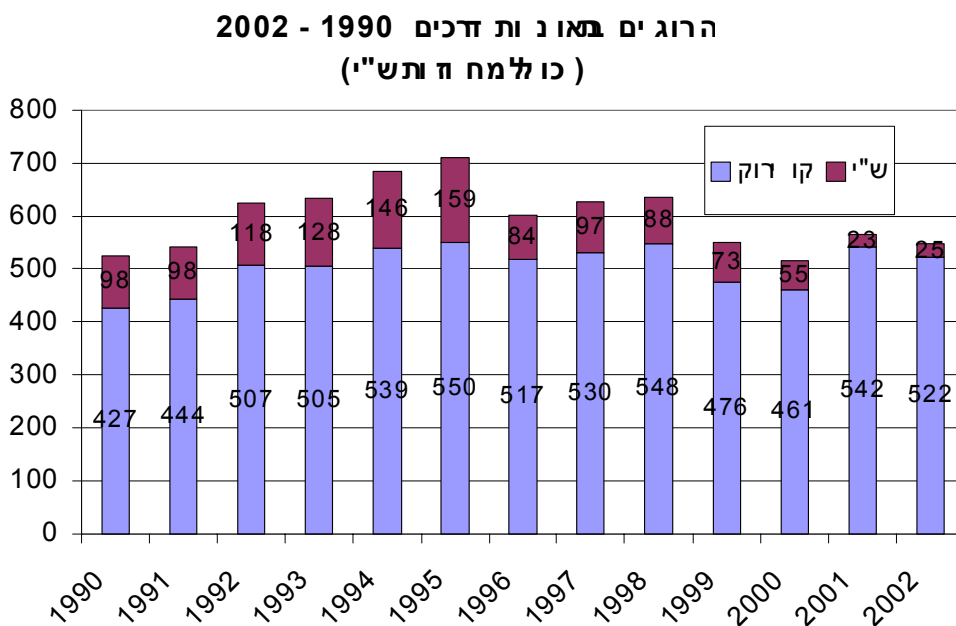
הלך על הכביש	שיחק או עמד על הכביש	עמד על המדרכה או על שטח הפרדה	חצה במעבר חציה מרומזר	חצה במעבר חציה לא מרומזר	חצה שלא במעבר חציה לא על יד צומת	חצה שלא במעבר חציה על יד צומת
36.9%	44.8%	27%	20.5%	17%	53%	47%

טבלה 1. שיעור נפגעים בצורה קשה או קטלנית מתוך סך כל הנפגעים בסוג תאונה נתון בישראל

מבחינת חומרת התאונות, נראה בברור את היתרון של חציית הרחוב במעבר חציה 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. התאונות המתרחשות בעת הליכה, עמידה, משחק וחציית רחוב מחוץ למעברים מציגות רמת חומרה מאוד גבוהה: בין 40 ל- 50% מהנפגעים נהרגים או נפצעים בצורה קשה.

ג. מגמות בתאונות הדרכים בארץ בשנות ה - 90

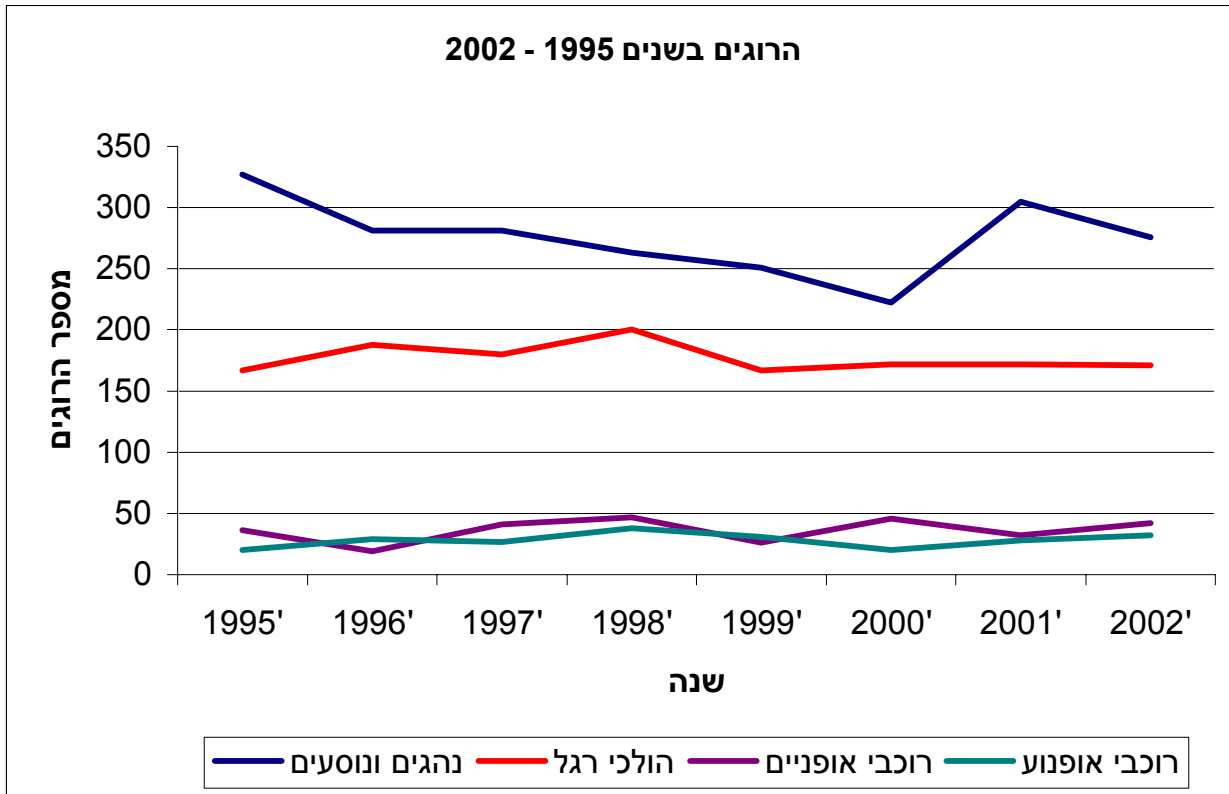
מקור : זאב שדמי, הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים
 הגרף הבא מציג את מגמות הקטל בדרכים בישראל (מספר הרוגים שנתי) בשני צדי הקו הירוק.



ציור 1. מספר הרוגים בתאונות דרכים בישראל בשנות ה - 90

בשעה שמספר ההרוגים ירד בצורה חריפה, בעקבות אירועי האינתיפדה, בשטחי יהודה ושומרון, המגמה בתוך הקו הירוק לא משתנה מהותית ביחס לשנה שעברה, למרות המיתון הכלכלי אשר כרוך עקרונית בירידה בפעילות החברתית בכלל ובתחבורה בפרט. דבר זה אמור תיאורטית להוביל לירידה במספר קורבנות תאונות הדרכים.

מבנה ההיפגעות בקרב קורבנות אלו לפי סוג הנפגעים מוצג בציור הבא המתאר את מגמות הקטל בדרכים באותו עשור. נראה שבקרב הנפגעים בתוך הרכב חלה בתקופה מסויימת, בין 1996 ל - 2000, ירידה רציפה ומשמעותית, עם עליה ברוטלית בשנתיים האחרונות. לעומת זאת, אין סימן לשינוי מהותי בהיפגעות הולכי הרגל ורוכבי הרכב הדו - גלגלי.



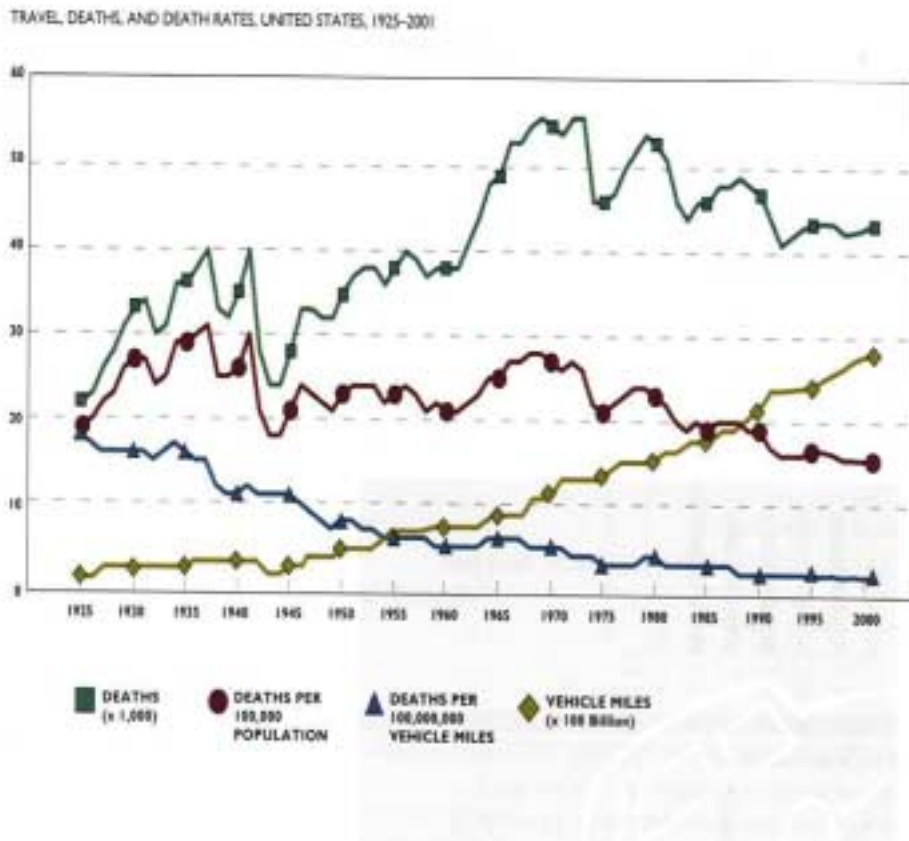
ציור 2. הרוגים בתאונות דרכים בישראל לפי סוג הנפגע ולפי שנה

התפתחות התחבורה והבטיחות בדרכים בארה"ב בשנים 1925 – 2001

National Safety Council (2002): Injury Facts, Itasca, Ill.USA

מקור :

הגרף המוצג להלן מתאר את התפתחות מגמות מדדי הבטיחות בארה"ב במאה ה-20 :



הסבר :

- מספר הרוגים : קו ריבועים
- מספר הרוגים ל – 100,000 תושבים : קו עיגולים
- מספר הרוגים ליחידת נסיעה : קו משולשים
- נסועה (ב – 100 מיליארדי מייל) : קו מעויינים

הגרף המסכם 76 שנות תחבורה בארה"ב ממחיש את המגמות הכלליות לשיפור בבטיחות בארץ זו אך גם את הנשאר לעשות. בתחילת שנות ה-70 ובעקבות משבר הנפט, התחילה מגמה רבת שנים של ירידה בקטל בדרכים ומספר הרוגים בשנת 2000 קרוב למספר זה ב-1941 למרות גידול אדיר במספר כלי הרכב, בכבישים ובנסועה. ראוייה גם לציון הירידה המתמשכת בעקביות

של מדד ההרוגים למייל נסיעה. מעניינת גם ההשוואה עם ישראל: בשנת 2000 נהרגו בדרכים בארץ 461 בני אדם לעומת 43,000 בארה"ב. **מספר ההרוגים ל - 100,000 היה 7.3 לעומת 15 בארה"ב, ושיעור ההרוגים ל - 100 מיליון ק"מ נסיעה היה 1.3 בארץ ו - 1.25 בארה"ב (מתוקן לק"מ).** כלומר ביחס לאוכלוסייה מצבנו טוב יותר מאשר בארה"ב וביחס לסיכון הקילומטרי מצבנו אינו שונה בהרבה.

השוואת רמת הבטיחות של אמצעי תחבורה ציבורית שונים לעומת הרכב הפרטי

מקור: National Safety Council (2002): Injury Facts, Itasca, Ill. USA

הסיכון להיות מעורב בתאונת דרכים אינו שווה כשמשמש באמצעי תחבורה שונים. לפי מדד בסיכון לקילומטר נסיעה, המקובל ברוב המקרים כמדד אמין, עם כל מגבלותיו, נמצאים הבדלים מהותיים ברמת הסיכון של המכונית הפרטית לעומת אמצעי התחבורה הציבורית. סיכום ממצאים לאורך 10 שנות ה - 90 מוצג בטבלה הבאה שפורסמה במסמך המסכם את תופעת ההיפגעות האזרחית לכל צורותיה, בארה"ב, ובה מובאים שיעורי הקטלניות למייל נסיעה (1.6 ק"מ) באמצעי התחבורה השונים:

שנה	רכב פרטי	אוטובוס בין עירוני	רכבת נוסעים	מטוס נוסעים בחברות סדירות
1991	0.091	0.04	0.06	0.03
1992	0.83	0.04	0.02	0.01
1993	0.86	0.02	0.45	0.01
1994	0.91	0.03	0.04	0.06
1995	0.97	0.03	0.0	0.04
1996	0.96	0.02	0.09	0.08
1997	0.92	0.01	0.05	0.01
1998	0.86	0.05	0.03	0.0
1999	0.83	0.07	0.10	0.003
2000	0.80	0.01	0.03	0.02
ממוצע	0.88	0.03	0.08	0.02

טבלה 1. שיעור הרוגים למרחק נסיעה באמצעי תחבורה שונים בארה"ב

יש לציין שבנתוני חברות הטיסה **לא נכללים** הרוגים באירועים שאינם נחשבים ל"תאונות" כמו התאבדויות או פעולות חבלה כמו אירועי 2001.

לפי נתונים אלו, הסיכון להיהרג בטיסה הוא הנמוך בקרב אמצעי התחבורה כשהאוטובוס הבין עירוני מציג רמת בטיחות דומה לרמת המטוס וגבוהה יותר מרמת הבטיחות של הרכבת. כל אמצעי התחבורה הציבורית מפגינים שיעור קטלניות קטן פי 10 ועד פי 40 משיעור הקטלניות של הרכב הפרטי.

השוואת קילומטרים של מכונית וקילומטרים של מטוס מעלה עם זאת סוגייה הדורשת דיון. המטוס נמצא בסיכון גדול לתאונה בעיקר בשלבי ההמראה והנחיתה, כשבעת השיוט בגובה רב ובמהירות המרבית הסיכון נמוך ותוספת הקילומטרים תורמת מעט לסיכון הכולל. ואכן, לפי מאמר שפורסם ב – 6.1.03 בעיתון הארץ, 54% מהתאונות הקטלניות של מטוסי נוסעים בחמש השנים האחרונות התרחשו בעת נחיתה. לעומת זאת הסיכון בנסיעה בכביש מתקיים בכל עת וגם בקטעים ללא צבירת קילומטרים כמו בהמתנה ברמזור או כשהצבירה נמוכה, בנסיעה איטית (כשכלי רכב אחרים נוסעים מהר: דווקא כאן הסיכון גבוה במיוחד). לפיכך, בהעדר מדד מתאים יותר (שעת טיסה מול שעת נסיעה), ההשוואה הרלוונטית בטבלה זו היא בעיקר לגבי כלי התחבורה היבשתית.

מעניין להשוות את הטבלה המתייחסת למציאות התחבורתית האמריקאית לנתוני האיחוד האירופאי שפורסמו על ידי המועצה האירופאית לבטיחות בתחבורה ושבהם הוצגו מדדי הסיכון לנסיעה בסוגי תחבורה שונים לא רק ביחס ליחידת המרחק אלא גם ביחס ליחידת זמן השהות בדרך:

הרוג ל – 10^8 שעות נסיעה מנורמל	הרוג ל – 10^8 שעות נסיעה	הרוג ל – 10^8 ק"מ נסיעה מנורמל	הרוג ל - 10^8 ק"מ נסיעה	אמצעי תחבורה
16.5	3.3	13.8	1.1	סה"כ
1.0	2.0	1.0	0.08	אוטובוס בינעירוני
15.0	30.0	10.0	0.8	רכב פרטי
15.0	30.0	93.8	7.5	הליכה ברגל
45.0	90.0	78.8	6.3	אופניים
250.0	500.0	200.0	16.0	אופנוע
1.0	2.0	0.5	0.04	רכבת
5.3	10.5	4.2	0.33	מעבורת
18.3	36.5	1.0	0.08	מטוס נוסעים

טבלה 2. מדדי סיכון גולמיים ומנורמלים (לצורך השוואה מבוססת יותר) של אמצעי תחבורה שונים באיחוד האירופאי. מקור:

ETSC(1999): low cost road safety measures. European Traffic Safety Council, Belgium

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 נשאת 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, רוכב האופניים מסתכן פי 3 יותר מאשר ההולך, והטיסה מסוכנת יותר מאשר הנסיעה ברכב הפרטי ואפילו יותר מאשר ההליכה ברגל. **רק האופנוע מפגין יציבות בשני המדדים: זהו כלי הרכב המסוכן הרבה יותר מכל אמצעי תחבורה אחר, כמעט פי 20 יותר מאשר המכונית הפרטית.**

5. בטיחות הרכב:

הערכת יעילות מנגנון מניעת נעילת הגלגלים (ABS)

מקור:

Broughton J., Baughan C. (2002): The effectiveness of antilock braking systems in reducing accidents in Great Britain. Accident Analysis & Prevention 34, 3, 347 – 355.

מאז שנות ה-90 רוכשים אנשים רבים כלי רכב פרטי מצויד במערכת למניעת נעילת הגלגלים ורואים באמצעי זה שעלותו אינה זניחה, שיפור בטיחותי חד משמעי. אכן חברות הרכב שאימצו טכנולוגיה זו שמקורה במטוסים, לאחר בדיקות מעמיקות על מסלולי ניסויים שהראו שיפור בביצועי בלימת הרכב הבאים:

- קיצור מרחקי עצירה על משטחים בעלי מקדם חיכוך נמוך
- הגברת יציבות צדדית ויכולת שמירה על נתיב הנסיעה בבלימה בעקומה
- שיפור יכולת ההיגוי בעת בלימה על משטח חלקלק

בפועל, להפתעת אנשי המקצוע, מחקרים שבוצעו בארצות שונות העלו ממצאים מעורבים. נמצא שרכב מצויד ב-ABS, מעורב אמנם פחות בתאונות קטלניות בהן נפגעים הולכי רגל ורוכבי אופניים אך נוטה למעורבות – יתר בתאונות קטלניות שבהן נפגעים נוסעי הרכב ונהגו, ובמיוחד בתאונות רכב יחיד והתהפכויות. השורה התחתונה היא שרווחים והפסדים בטיחותיים מתאזנים כך שההשקעה במערכת מיותרת. לתופעה זו נתנו מספר הסברים ואחד מהנפוצים ביותר התבסס על מודל הפיזי הפסיכולוגי של Wilde לפיו **תחושת הביטחון** שמקנה מערכת הבלימה המשוכללת **מעודדת לקיחת סיכונים** כמו נסיעה במהירות גבוהה ושמירת מרחק מצומצם יותר.

במחקר שנעשה בבריטניה ב-1999, נשלחו שאלונים בנושא זה ל-80,000 בעלי רכב שמתוכם 21,000 החזירו את השאלון וסיפקו מידע מפורט על עצמם ועל כלי הרכב בו הם נוהגים. תוצאות המחקר מראות שכמחצית כלי הרכב מצוידים במערכת ושברוב הנהגים הצעירים יחסית, אלו שרכבם מצויד ב-ABS נהנים מרמת סיכון נמוכה ב-16% מרמתם של אלו שרכבם אינו מצויד במנגנון זה. לעומת זאת, בקרב הנהגים המבוגרים, נוכחות המערכת מגבירה את הסיכון לתאונה בכ-10% ובקרב נשים הסיכון גדל ב-18%. בסך הכל תרומת מערכת המונעת נעילת גלגלים מוערכת להפחתה של 3% בסיכון לתאונה אך ערך זה אינו מובהק סטטיסטית. החוקרים רואים בממצאים אלו תמיכה בהשערה שהנהגים שמרוויחים מנוכחות המערכת רווח בטיחותי, יודעים להשתמש בה יותר טוב מנהגים חסרי ניסיון או בעלי הרגלי בלימה לא מתאימים. ידוע שבלימה בתמיכת ה-ABS צריכה להיות חזקה ורציפה ואין לבצע בלימה לסירוגין כמולץ ברכב עם מערכת בלימה רגילה. לצעירים יש גם יותר כוח פיזי המאפשר להם בלימה יותר יעילה ואולי גם הם מגיבים מהר יותר. בסופו של דבר הממצאים מעודדים הערכה מחודשת של פרדוקס ה-ABS ומעלים את האפשרות שמקורו בגורם ה**ניתן לשליטה** בעזרת הדרכה מתאימה.

הסבר חדש למוזרויות השפעת מערכת ה-ABS :

מקור :

Harless D.W., Hoffner G. E. (2002): the antilock braking system anomaly – a drinking driver problem? Accident Analysis & Prevention 34, 3, 333 – 341.

במחקרים קודמים להערכת יעילות מערכת ה-ABS נמצאה מעורבות יתר של רכב מצוייד במנגנון זה בתאונות הפוגעות באנשים בתוך הרכב לעומת רווח בטיחותי כלפי נפגעים מחוץ לרכב. הממצאים העמידו בספק את ערכו של אמצעי זה והציגו את השאלה אם בכלל כדאי לרכוש רכב מצוייד במנגנון הבעייתי. הועלתה ההשערה שמערכת זו מחייבת הכנה מתאימה אך שנהגים חסרי ניסיון עלולים בעת החלקה להגיב בפאניקה ולהסיט את ההגה בצורה מופרזת וכך לאבד שליטה : ברכב רגיל בעת החלקה בנעילת גלגלים, תנועות הגה אינן משפיעות על תנועת הרכב. לעומת זאת, אם הבלימה נתמכת ב-ABS, תנועת הגה חדה תשנה את כיוון תנועת הרכב ותגרום לפנייה בלתי רצויה ואפילו מסוכנת.

מחקר אמריקאי שהתייחס לכלי רכב ממודל אחיד של חברת G.M., השווה את המודל משנת ייצור 1992 המצוייד במערכת לעומת אותו מודל משנת ייצור קודמת שעוד לא היה מצוייד במנגנון זה. החוקרים ניסו לבדוק מגוון מאפיינים של הנהגים בעלי רכב מצוייד לעומת בעלי רכב לא מצוייד במערכת ובדקו את הקשר בין מאפיינים אלו למעורבות בתאונות קטלניות בשתי תקופות לאחר רכישת הרכב. הם גילו שמעורבות היתר של הרכב המצוייד במערכת מתקשרת לנהגים שנמצאו תחת השפעת אלכוהול בעת התאונה בשעה שבקרב נהגים פיכחים שיעור המעורבות נמוכה יותר כשהם נוהגים ברכב מצוייד במערכת. אך ממצא עוד יותר מעניין הוא שסיכון היתר שטמון בשילוב של נהיגה בשכרות ברכב מצוייד ב-ABS נוטה להעלם עם הזמן, כשמשווים תקופה מאוחרת לתקופה ראשונה לאחר רכישת הרכב. דבר זה יכול להצביע על תהליך למידה והסתגלות למאפייני הבלימה של הרכב אך יש כמובן לבדוק אם אין ממצא זה מושפע מתהליך של סינון ושל היעדרות הדרגתית של נהגים שיכורים מהכביש... בכל מקרה נראה סביר לאור תוצאות המחקר, המחזקים ממצאים שתוארו במחקר הבריטי הקודם, שלנהגים הנוטים לצרוך אלכוהול יש סיכון יתר בנהיגה ברכב מצוייד במערכת ABS בעיקר בשנה או בשנתיים הראשונות ובאופן כללי סיכון היתר נעלם תוך כדי רכישת ניסיון בנהיגה בסוג רכב זה. עם זאת, נוכחות המערכת לא הופכת את הרכב ליותר בטיחותי וההמלצה לרכישת רכב מצוייד איננה מבוססת על יתרון חד - משמעי.

השפעת הפיקוח הטכני על תאונות רכב כבד

מקור:

Elvik R. (2002): the effect on accidents of technical inspections of heavy vehicles in Norway. Accident Analysis & Prevention 34, 6, 753 – 762.

באיזו מידה משפר הפיקוח הטכני של כלי רכב כבדים את רמת בטיחותם ומפחית את מעורבותם בתאונות דרכים? לשאלה זו ניסה לענות המחקר הנורווגי המוצג להלן שהתייחס למגמת המעורבות בתאונות של כלי רכב כבדים בארץ זו בשנים 1985 - 1997 כפונקציה של מספר הבדיקות השנתיות שבוצעו באותן שנים תוך כדי שקלול גורמים מתווכים אחרים שיכלו להשפיע באותה תקופה על מגמת המעורבות של כלי רכב אלו.

בדיקות של תקינות כלי רכב כבדים מבחינה טכנית מתבצעות בכבישים הראשיים בתחנות שדה לאחר עצירה אקראית של כלי רכב ומספרן השתנה בצורה חדה משנה לשנה, כך שנוצר מאגר מידע שנתי של נתונים עוקבים של תאונות ושל מספר בדיקות, שעליו בוצע החישוב הסטטיסטי. מספר התאונות משתנה משנה לשנה בהשפעה של גורמים רבים שבחלקם הם אקראיים ולא תמיד מזוהים במחקר. יש אם כן צורך בהגדרת השערות על קיומם והשפעתם האפשרית. בתקופה הנבדקת נמצאו הנתונים הבאים המוצגים להלן כדוגמה מהמדגם הכולל ובפרוס על 12 שנים:

שנה	מספר בדיקות שנתי	מספר כלי רכב כבדים רשומים	שיעור בדיקות לרכב ולשנה	מספר כלי רכב כבדים מעורבים בתאונה	שיעור מעורבות ל – 1000 כלי רכב
1985	39,134	90,270	0.43	1180	13.07
1990	113,259	95,505	1.19	943	9.87
1992	182,768	97,028	1.88	995	10.25
1995	50,143	100,219	0.50	1074	10.72
1997	42,543	107,763	0.39	1068	9.91

טבלה 1. השפעת הבדיקות הטכניות על מעורבות רכב כבד בתאונות בנורווגיה

אי אפשר לקשר ישירות את שני המשתנים, כמות בדיקות ומספר תאונות, שכן ניתוח סטטיסטי כה גס מתעלם מהשפעה בלתי נמנעת של גורמים נלווים באותה תקופה. יש צורך במיוחד לבדוק מההשפעה המשוערת את המגמה הכללית לירידה בתאונות שרווחה באותה תקופה בנורווגיה וגם את השפעתם של גורמי יסוד בלתי תלויים אחרים כמו שינויים בנסועה של נהגים מקצועיים (גורם חשיפה) וכן גם השפעה אפשרית של ירידה בשיעור הנהגים החדשים הנכנסים לפעילות נהיגת רכב מקצועי בעקבות שינויים בפעילות הכלכלית, כשידוע עד כמה מעורבים נהגים מתחילים יותר בתאונות בהשוואה לנהגים ותיקים. הצמיחה הכלכלית משפיעה בצורה מכריעה על מספר תאונות הדרכים במידה שהגברתה מעודדת נסיעות והובלות, דבר הגורר בצורה בלתי נמנעת גם עליה במספר התאונות. בעת שפל כלכלי לעומת זאת, אפשר לחזות בהקטנת כמות הנסיעות ובירידה

במספר הנהגים החדשים הנכנסים לשוק העבודה של נהיגת רכב כבד ומכאן השלכות משמעותיות על רמת הבטיחות. לפיכך פותח מודל סטטיסטי מורכב יותר המשקלל גורמים אלו. הוגדרו שלושה מדדי בטיחות:

- שיעור תאונות ביחס למספר כלי רכב כבדים
 - שיעור תאונות לק"מ נסיעה
 - שיעור תאונות רכב כבד ביחס לתאונות של רכב קל.
- לפי שלושת המדדים בנפרד, התקבל אותו ממצא בסיסי: קיים קשר הפוך בין עוצמת הפיקוח הטכני על רכב כבד ושיעורי מעורבותו בתאונות דרכים עם נפגעים. הכפלת כמות הבדיקות השנתיות אמורה להניב:
- 7% פחות תאונות ביחס למדד ל – 1000 כלי רכב כבדים
 - 8.6% פחות תאונות לפי המדד הקילומטרי
 - 10% פחות תאונות לפי המדד היחסי של רכב כבד לעומת רכב קל.
- הערכה מסכמת לפי כל המדדים יחד מעלה שיפור במספר התאונות בסדר גודל של 5 – 10% אם מספר הבדיקות יוכפל.

עם זאת חשוב לציין שכל ההערכות הללו התקבלו ברמת סיכון סטטיסטי גבוה מהערך המקובל של 0.10 לטעות סטטיסטית של אזעקת השווא (כלומר של הסיכוי לייחס לממצאים הגולמיים משמעות בשעה שהם נובעים מגורמים אקראיים). אי ודאות זו נובעת ממיעוט הנתונים הפרוסים על תקופה של 12 שנים בלבד, מהעדר מודל סיבתי ברור המקשר בין בדיקה טכנית למניעת תאונה ספציפית, לבידוד בלתי מושלם של המשתנה המסביר (כמות הבדיקות) ממשתנים אפשריים אחרים ומחוסר נתונים בלתי תלויים הנותנים תוקף לעיקרון יעילות בדיקות טכניות מבחינת הבטיחות. נתונים מסוג זה היו יכולים להימצא במחקרי תאונות לעומק המציגים ראיות לפגמים ברכב שתרמו להתחוללות התאונה ואשר זיהוי נוכחותם בבדיקה אקראית בשולי הכביש היה יכול להקטין את ההסתברות לתאונה.

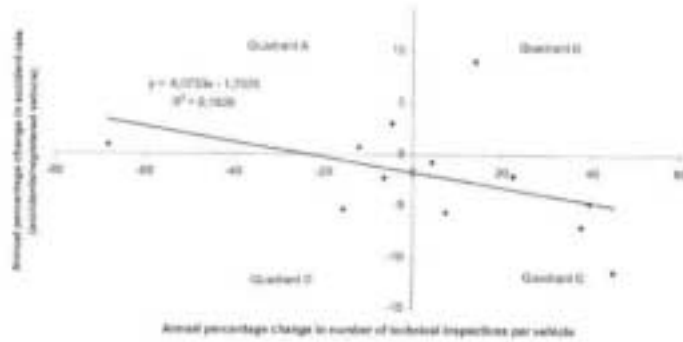


Fig. 1. Relationship between annual changes in the number of technical inspections per vehicle and annual changes in the number of vehicles involved in injury accidents per registered vehicle.

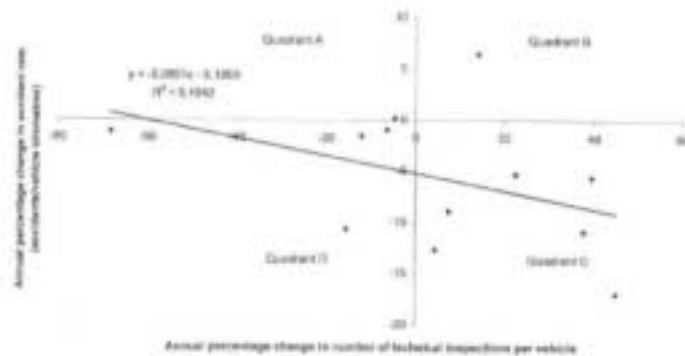


Fig. 2. Relationship between annual changes in the number of technical inspections per vehicle and annual changes in the number of vehicles involved in injury accidents per vehicle kilometers.

הגרפים המוצגים פה מתארים את הקשר הסטטיסטי הסביר בין הגברת פעילות הפיקוח הטכני ובין שיעור המעורבות בתאונות עם נפגעים של כלי רכב כבדים :

- הציר האופקי מציג את היקף הגברת הפיקוח באחוזים ביחס למצב הנוכחי.
- הציר האנכי מציג באחוזים את הירידה בשיעורי המעורבות בתאונות של הרכב הכבד.

בגרף העליון, הקשר נמדד לפי שיעור כלי רכב מעורבים מתוך כלל כלי הרכב הכבדים הרשומים בתקופה; בגרף התחתון, הקשר נמדד לפי שיעור כלי הרכב הכבדים המעורבים בתאונה לקילומטר נסיעה. שני המדדים מציגים אם כן תופעה בהיקף דומה.

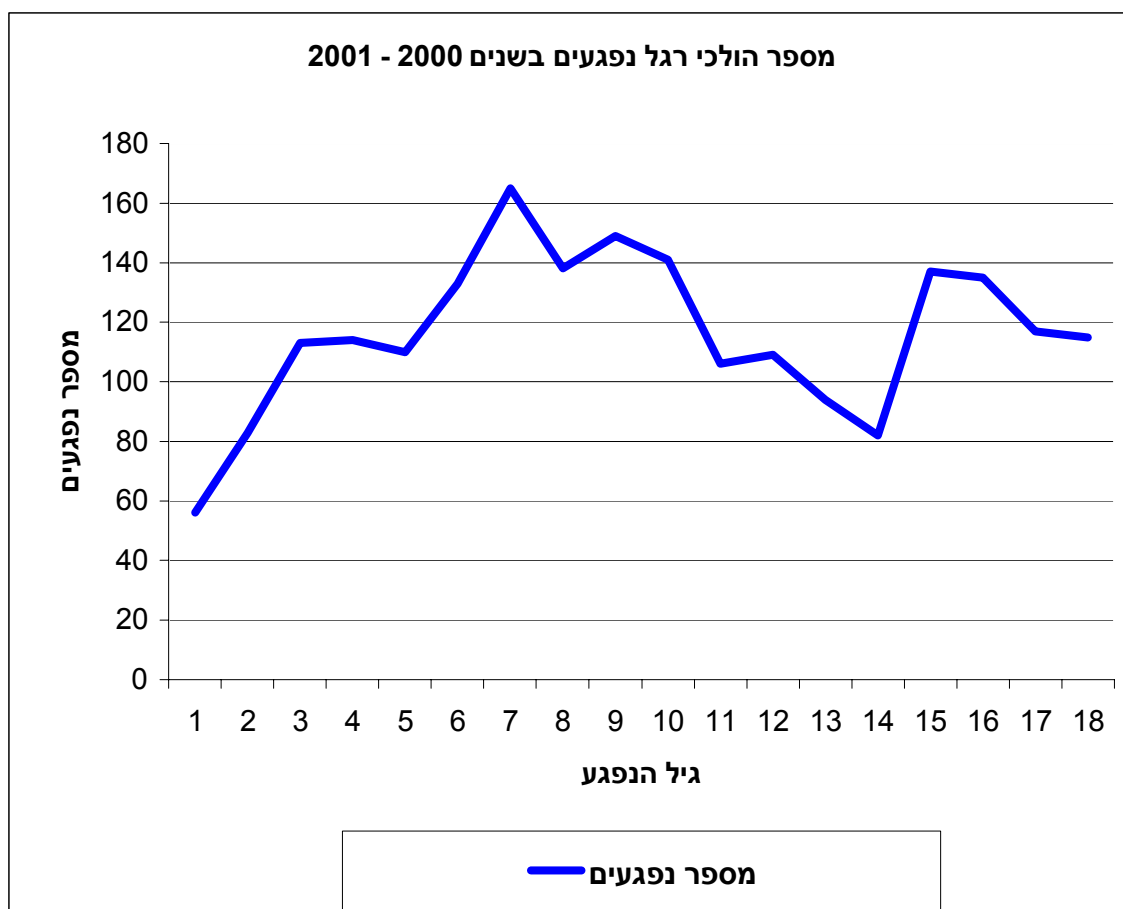
6. הגורם האנושי:

סקר ספרות: תרומת הפסיכולוגיה ההתפתחותית לחינוך לבטיחות בדרכים בגיל הרך

מקור: מוקואס ד. (2002): ילדים בכביש, המכון לחקר התחבורה, מסמך פנימי.

1. ממדי הסיכון:

ילדים ובני נוער מהווים קבוצת סיכון לא מבוטלת בתחום התעבורתי. לפי ממצאי דוח הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, נפגעו בשנת 2001 בתאונות דרכים 3782 ילדים ובוגרים מתחת לגיל 15, שהיו ברובם נוסעי כלי רכב, אך ביניהם גם 745 הולכי רגל ו- 88 רוכבי אופניים. בסך הכל, הילדים ובני הנוער מהווים כ- 10% מכלל הנפגעים, אך הם מייצגים 25% מכלל הולכי הרגל שנפגעו בתאונה. לסיכון התחבורתי היבט נוסף המתקשר לחומרת הפגיעה. מתוך 100 הולכי רגל בני 15 - 19 שנפגעו בתאונה בשנת 2001 בישראל, 23 נפגעו באופן קשה וקטלני, אך בקרב 100 מתחת לגיל 15, שיעור זה עולה ל- 40, ובקרב בני 4 ומטה, הוא מגיע ל- 44: החומרה גדלה ככל שהגיל נמוך יותר ובסך הכל 37 ילדים עד גיל 15 נהרגו בתאונות הולך רגל באותה שנה כשגיל 7 - 8 נראה פגיע במיוחד (ראה ציור 1). הסיכון התחבורתי של ילדים אינה ייחודי 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).



ציור 1. מספר נפגעים עד גיל 18 בתאונות הולך רגל בשנים 2000 - 2001 (מקור הנתונים: משטרת ישראל, אגף התנועה)

סוגייה בטיחותית עקבית ומעיקה זו מחייבת התמודדות בכל האמצעים. אך כיון שאין לה פתרונות הנדסיים מיוחדים, בנוסף לעובדה שהמשטרה מתקשה לפעול מול עבריינות תנועה של ילדים, נשאר שרוב המאמץ הנחוץ צריך להינתן במסגרות החינוך וההדרכה. אך את מה שרוצים ללמד צריך 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, תלוייה בבחירת התנהגות נבונה של המאויים 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 התימרון. לפיכך, ניתוח המטלה שמבצע הילד דורש התייחסות לכושרו להעריך את ממדי הסיכון במונחים של פערי מרחק וזמן ובמונחים של יכולת חיזוי של מפגש תוואי תנועה. כמו שחקן כדורגל הבועט 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 הכישורים הבינתיים שהוא מפגין נטולים ממדי הערכת פערי מרחק וזמן, העומדים בבסיס קביעת כיווני פגישה (ופגיעה), אומדן מהירויות והבנת מגבלות השחקן ה"אחר".

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 "בינתיות" (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 הפורמלית, 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 עמיתיו מגלים לו את תפקידו של האחר. חבריו מאלצים אותו "לבחון מחדש את תפיסותיו 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 ממשתנה 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 הקונקרטית.

3.2.3 **השימור** (conservation): מושג יסוד 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 שוות 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 ממטרתו (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.

ההתפתחות הבינתית של הילד והמעבר לשלב התשובה הבוגרת (הרמה הפורמאלית לפי פיאז'ה) מקבילה להתפתחות רמת השיפוט המוסרי המאפשרת הבנת הצורך בהדדיות ובויתור. 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 כה 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 הסיבתיים והבנת התופעות

הפיסיקאליות הבסיסיות, במסגרת תורת השלבים הבינתית. 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 פיאז'ה 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. לדידם, 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 הבינתית המוגבלת של הילד בקבוצת הגיל וברמת ההתפתחות שלו. שאלת הבטיחות עולה כל פעם כשהילד המתכוון לחצות עומד מול הצורך בהחלטה בינתית – 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 הקונקרטיית 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 פראדוקסלי 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 המגיע 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 בניתוק 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 הפורמלית 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 בחציה, 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 לחציה: הילדים מתאמנים ברחוב בעזרת מיכשור 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 חציה.

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 הבינתיות 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 והמחשבות 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 החציה 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 הן לא מאיימות!). בניגוד לממצא בעייתי זה, הראה החוקר שאותם ילדים מסוגלים ללמוד בצורה יעילה איך לבחור את דרכם, כשהתרגיל מבוצע במקום מוכר. כלומר, שלב החשיבה הקונקרטית 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 "הבט" 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 נשארות 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 החצייה, 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 הדמייה 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.

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 (Rothenmatter 1981, Preusser 1987) שדמות ילד בגיל הרלוונטי עדיפה על דמות לייצן 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.

6. סיכום:

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-בינתית של הילד בכל שלב התפתחותי ותומכת בהגדרת תהליכי הדרכה תואמי גיל.

פגמים בחשיבה המובילה לקבלת החלטות שגויות בחציית רחוב מתקשרים לשלבים שונים של ההתפתחות הבינתית 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