



## תוכן עניינים

2	1. כיצד אנשים אחרים משפיעים על המהירות שלך
5	2. הדרכת צוות נהג - נוסע כאמצעי לשיפור בטיחותם של נהגים צעירים
9	3. האם רכב היברידי מסוכן יותר להולכי רגל ולרוכבי אופניים?
13	4. עומס תפיסתי ומצמוצי עין הנהג
17	5. צמצום עימותי רכב - אופניים בצומת כביש - מסלול רכיבה
22	6. תופעת ה"עיוורון לשינוי" והשלכותיה לנהיגה



## כיצד אנשים אחרים משפיעים על המהירות שלך

Fleiter J.J. et al. (2010): How do other people influence your driving speed?  
Transportation Research Part F 13, 49 – 62.

### מבוא:

הנהיגה היא חוויה חברתית בה משתמשים בדרך חולקים ביניהם את המרחב המשותף ולעיתים גם את כלי הרכב עצמם, כאשר לנהג מצטרפים נוסעים. במרכז חוויית הנהיגה נמצאת המהירות שאותה הנהג מווסת במרוצת נסיעתו ושעוצמתה מכתובה למעשה את כל ההתנהגויות הכרוכות בנטילת סיכונים. לא מעט מחקרים שנעשו בעבר הראו שהחלטת היחיד בבחירת מהירות הנסיעה של רכבו מושפעת גם ממשתתפים אחרים. נוכחות נוסעים ממתנת לעיתים את המהירות בה בוחר הנהג מלכתחילה, אך ההשפעה יכולה להיות הפוכה ולדרבן אותו להאיץ, בתהליך התלוי הן בגיל הנהג ובהשתייכותו המגדרית. גורמים תרבותיים ונורמות חברתיות עלולים לשנות את תפיסת הנהג, את עמדותיו ואת אמונותיו כאשר הם מקבלים ביטוי על ידי אנשים בעלי משמעות עבור הנהג.

גורם חברתי נוסף שמעצב את התנהגות הנהג ומשפיע על חלק גדול מההחלטות בהן הוא נוקט תלוי במעשי הנהגים האחרים. השוואה חברתית או חיקוי התנהגויות המתקבלות כנורמות, מובילה לאימוץ מהירות שתואמת את הנעשה בכביש אפילו בניגוד לדרישות ולמגבלות החוק וממצאי סקרים מצביעים על נטייה של נהגים להערכת-יתר של מהירות הנסיעה של הנהגים האחרים, מה שמאפשר להם להצדיק את רצונם להתאים את עצמם למהירות המקובלת, גם מעבר למהירות המרבית המותרת. בשעה שההתייחסות המקובלת של המערכת הציבורית לנושא וויסות המהירות מתבססת על האכיפה המשטרתית ואיום בענישה, נעשה מעט מאוד בתחום עיצוב התנהגויות על ידי פנייה והשפעה על גורמים חברתיים המשפיעים על הבחירה במהירות הרצויה.

עיצוב התנהגויות חברתיות מהווה נושא מרכזי במספר תיאוריות כמו הלמידה החברתית ששמה דגש על המודל לחיקוי, או מודל ההתנהגות ה"מתוכננת" (behaviour planned of theory) שלפיה התנהגות היחיד היא פועל יוצא של אמונה במה שמצפה ממנו נתון הדוגמה ("האחר המשמעותי"). ומודל חברתי אחר של הלמידה החברתית של Aker מתמקד בהשפעת הקבוצה שאליה משתייך היחיד ושממנה הוא שואב נורמות בפועל. במודל זה, תהליך ההשפעה מורכב מארבעה גורמי יסוד: חיקוי אדם או קבוצת ייחוס, עמדות ואמונות לגבי מה שיעשה האחר המשמעותי, האינטראקציה עם הקבוצה ומשקל החיזוקים והעונשים שתגרור ההתנהגות בהשוואה לחיזוקים או לסנקציות החברתיות של קבוצת הייחוס. כלומר, אם התנהגות זהירה תמנע ממני סיכון וענישה מטעם החברה אך תהיה כרוכה בפגיעה כנורמות קבוצת הייחוס שאליה אני משתייך או חפץ להתקבל בה, הרי הבחירה תהיה לטובת הנורמות של הקבוצה ולא של החברה. מודל זה מעלה את השאלה אם בנוסף לסיכונים הנובעים מנהיגה, מתמודד היחיד גם עם הסיכון לתדמיתו, לדימוי העצמי שלו ולאי-הנעימות הנובעת מביקורת הקבוצה הקרובה שהיא יותר משמעותית מהשפעת חוקי החברה ונציגיה. בתחום התחבורתי ידוע מזמן כי לגבי הרגלי השתייה למשל, משקל הסביבה המיידית, חברים, בני משפחה או עמיתים לעבודה, הוא קריטי ביצירת אווירה שלילית לשיכרות בנהיגה, בניגוד להסכמה החברתית שהתקיימה בעבר בארצות רבות לגבי צריכת אלכוהול. אך יש לציין שהשפעה זו גדולה יותר על עבריין מזדמן occasional offender) מאשר בקרב רצידיביסטים. עם זאת, יש מקום לבחון את האפשרות לייזום תהליך של ה"עין



הציבורית" גם בתחום מיתון מהירויות, ולבדוק מי מסוגל לגרום לשינוי ההתנהגותי שלא בדרכי אכיפה וענישה. נושא זה נבדק במסגרת מחקר איכותני שבו מתנהל דיון קבוצתי על הגורמים לבחירה במהירות הנסיעה.

## שיטה ותוצאות:

משתתפים במחקר 67 נהגים אוסטרליים משני המינים ובגילאי 17 - 77. יש ביניהם מספר עברייני מהירות והם עונים בצורה חופשית לשאלות מנחות. השאלות מתייחסות לשלושה היבטים של המהירות: הגדרה אישית מהי מהירות (ובאיזו מידה אתה עובר את המהירות המרבית המותרת) - הציות לחוקי התנועה (האם זה קל לציית למגבלות מהירות ומדוע) - השפעות חברתיות (מי או מה משפיע בעיקר על הבחירה במהירות נסיעתך) הממצאים מסוכמים להלן:

### א. השפעת אנשים מוכרים:

רוב הנשאלים מדווחים על השפעת הנוסעים עמם ברכב, כאשר בדרך כלל, ההשפעה נוטה לכיוון המיתון. הורים וחברים משפיעים על נהגים צעירים, ואילו אצל נהגים מבוגרים יותר, הדמויות המשמעותיות הן הילדים או בני הזוג, הם נוכחות ילד קטן משפיעה רבות על אם צעירה גם בהיעדר פנייה מוצהרת של הילד, כנראה בשל תחושת אחריות. בקרב נהגים שהצהירו שיש להם הרשעות בתחום המהירות, השפעת הנוסע היא לעיתים הפוכה והם טוענים שנוכחותו מדרבנת אותם לנהוג בצורה פחות זהירה.

### ב. נהיגת "סולו":

כשהנהג נוסע לבדו, הוא נוטה לנהוג מהר יותר מאשר בעת נהיגה עם נוסעים. לבד, יותר קל להתנהג בפראות ולקחת סיכונים כיוון שאין אחריות על אנשים קרובים. יש לציין שאלו שדיווחו על נטייה זו לנסיעה במהירות גבוהה יותר כאשר הם לבד ברכב, לא התייחסו לסיכון האפשרי למשתמשים בדרך אחרים, נהגים או הולכי רגל. האחריות שחשו היא בעיקר כלפי אנשים מוכרים, הנמצאים ברכב עם הנהג.

### ג. השפעת נהגים אחרים:

בקרב נהגים צעירים קיימת נטייה לתחרות עם נהגים אחרים ולפעמים הדבר מתבטא גם בתוקפנות כגון מניעת עקיפה על ידי רכב שנוסע מאחור. מאידך, יש נטייה לבצע עקיפות של רכב יוקרתי, כדי להפגין עליונות על הנהג ובכל קבוצות הגיל, חשים הנהגים לחץ פסיכולוגי המופעל על ידי נהגים אחרים, והמדרכנים אותם להאיץ, במיוחד בקטעי דרך חד-נתיבית, שבה אין אפשרות לעקיפה או כשנתיבי הכביש עמוסים. אם יותר מדי כלי רכב עוקפים את הרכב בו נוהג אדם מסוים, הוא נוטה להאיץ. בקרב נשים, מדווח על לחץ מאיים של רכב שנצמד מאחור או שנהגו מהבהב באורות גבוהים כדי לדרוש הגברת מהירות במצבים שאין לו אפשרות לעקוף. לפעמים הלחץ הוא כה גדול, שהנהג המאיים יורד לשולי הדרך כדי לפנות את נתיב הנסיעה לנהגים שמאחוריו כדי להשתחרר מהם.

### ד. החיזוק החברתי של המהירות:

החיזוק החברתי נובע מתגובת הסביבה המיידית של הנהג לגבי צורת נהיגתו. בני משפחה וחברים יכולים להגיב בצורה מעודדת או ביקורתית ונהגים צעירים למשל, אשר נוהגים ברכב משפחתי, לא מדווחים



על עבירות המהירות שלהם מאימת הסנקציות המשפחתיות יותר מאשר הם חוששים מתשלום קנס. נשים צעירות מזודות שהן אפילו מתביישות מחברותיהן על שנעצרו בעוון מהירות מופרזת. לעומת זאת, ובמיוחד אצל גברים ועברייני תנועה חוזרים, אין תחושת אי נוחות או בושה על קבלת דו"ח מהירות.

## ה. דיון:

בגישה השגרתית לטיפול בעבריינות המהירות, נעשה שימוש בעיקר באכיפה המשטרתית ובענישה המחקר האוסטרלי הנוכחי מנסה לאבחן ברמה התחלתית ועל פי מדגם מצומצם, באלו תנאים מתנהל הלחץ החברתי המעודד ואולי לפעמים גם הממתן את התנהגות היחיד, וכן גם מהן הנורמות החברתיות שמנחות את חברי הקבוצה המצייתים להן. הבנה עמוקה יותר של תהליכי השפעה זו יכולה לשמש כבסיס למערכות חינוכיות ולפיתוח נושאי הסברה בסיגנון ועם תכנים שונים מהמקובל. הממצאים מחזקים את הדעה של "אחר המשמעותי" יש השפעה ממתנת או מגבירה והממצא הבסיסי הוא שהימצאות נוסעים ברכב נוטה להשפיע בכיוון המתינות לעומת מצב הנהג בנהיגת סולו, וזאת כנראה על רקע של תחושת אחריות מופחתת בשעה שהנהג הבודד מחשיב את עצמו כאחראי מספיק ונוטה להאמין ביכולת העצמית שלו (אמונה מופרזת ביחס למדדים אובייקטיביים אך רוב הנהגים נוטים לחשוב שהם טובים יותר מהמוצא...).

הנהגים נוטים להתעלם מהסיכון שהתנהגותם מחוללת כלפי נהגים אחרים ומתמקדים בסיכון לאנשים מזכרים. נהגים צעירים רגישים לתגובות בני המשפחה ונוטים בעת נהיגה משפחתית להפגין התנהגות מתונה, בלי קשר עם מה שהם עושים כאשר הרכב נמצא ברשותם ללא נוכחות הורים. לאלו יש השפעה רבה במיוחד בשלבי לימוד הנהיגה הראשונים, ונמצא במחקר שלשאלת "איך אני נראה" בעיני הסביבה החברתית יש משמעות מרובה, יותר מאשר שאלת האחריות כלפי החברה. יתר על כן, והדבר הודגש כבר במחקרים קודמים כמו אלו של טאובמן בן-ארי, הורים משמשים כדוגמה, לטוב ולרע לילדיהם וסגנון הנהיגה של נהגים צעירים מושפע מסגנון הנהיגה, ובאופן כללי מההתנהגות של הוריהם.

לפחות אצל חלק מהמרואיינים מופיע הרצון להפגין בגרות ויכולת להיות אדם אחראי בעיני עצמם ולגבי בני משפחתם. במבצעי הסברה ופעולות חינוכיות אחרות, יש אם כן מקום לדברי החוקרים, לחזק ולעודד מגמה זו במסרים המעצימים את דמות הנהג הראוי לאמון. נקודה זו הודגשה בעבר בעיקר בהתייחסות לנהגים צעירים אך במחקר הנוכחי היא מופיעה גם בדברי נשים בכל קבוצות הגיל. בקונטקסט האוסטרלי, נושא השכרות בנהיגה רלוונטי לעיצוב הנהג האחראי אך היבטים אחרים של הסיכונים בנהיגה, כמו עייפות ונהיגה במהירות מופרזת, יכולים גם הם לקבל התייחסות באותה מסגרת רעיונית. כמו כן, חשוב להדגיש שגם לנוסעים ברכב יש אחריות על הנהיגה וגם להם יש תפקיד פעיל בכלימת המגמות המסוכנות שמפגין הנהג ובעידוד ההתנהגות הבוגרת והאחראית. עם זאת, המחקר איננו מבהיר כיצד צריך לפעול הנהג כאשר הוא נמצא תחת לחץ חברתי המעודד נטילת סיכונים.

בסך הכול, ממצאי מחקר זה, למרות מגבלותיו המתודולוגיות וממדיו הצנועים, מצביעים על כיוון מחשבה חדשני שיכול לשמש כבסיס לגישה הסברתית וחינוכית לעידוד נהיגה מתונה יותר, במיוחד בתחום המהירות מעצימה את תפקיד הנוסע, שנשאר שולי בהדרכות לכטיחות המקובלות.



## הדרכת צוות נהג - נוסע כאמצעי לשיפור בטיחותם של נהגים צעירים

Lenne M.G. et al. (2011): Minimising risks and distractions for young drivers and their passengers: an evaluation of a novel driver – passenger training program. Transportation Research Part F, 447 – 455.

### 1. מבוא.

סיכון היתר של נהגים צעירים מהווה תופעה עולמית מדאיגה. לדוגמה, רוב מקרי המוות בקבוצת הגיל 15 - 24 במדינות האיחוד האירופאי, נובעים מתאונות דרכים. אחד מגורמי הסיכון בנהיגת צעירים, היא ההשפעה השלילית של הנוסעים המתלווים לנהג והמפריעים או מדרבנים אותו לביצוע פעולות מסוכנות. מחקרים קודמים מצביעים על תופעה כפולה: נוסעים בני גילו של הנהג הצעיר משפיעים בצורה שלילית בשעה שנהג מבוגר יותר, איננו מושפע לרעה על ידי נוסעיו ואפילו נוטה בנוכחותם למתן את התנהגותו לעומת סגנון נהיגתו כשהוא לבד ברכב.

המחקר על ההשפעה החברתית של הנוסעים על הנהג התמקדה בתופעת הנוסעים בני גילו של הנהג, היוצרים בדרך כלל השפעה שלילית בצורה של הסחות דעת מהנעשה בכביש, שיחות פרועות, הפרעות לנהיגה, ולחץ חברתי להפגנת יכולות ולתחרות עם נהגים אחרים. השפעות נוספות הן הרעש המכביד על ביצוע תקין של מטלת הנהיגה כמו במצב של הפעלת רדיו בעוצמות בלתי סבירות. במצבים אלו של הפרעות והסחות דעת, ובהשוואה לנהג מנוסה, הנהג הצעיר מפגין פחות יכולות זיהוי סיכונים, בבחירת הפעולה המתאימה לנסיבות ובהתכוננות לאירועים בלתי צפויים. בדרך כלל, מתקשה הנהג הצעיר להשתלט על הפרעות הנגרמות על ידי חבריו הנוסעים אתו והנקודה המרכזית היא שהשפעות אלו חריפות במיוחד כשמדובר בצעירים ממין זכר המרבים בנסיבות אלו בביצוע עבירות תנועה, בנטילת סיכונים ובנסיעה במהירות מופרזת, בגבולות יכולות הרכב.

כדי למתן את התופעה החברתית השלילית של נוכחות נוסעים ברכב, התקבלו במדינות רבות תקנות המגבילות את מספרם כשלנהג אין מספיק ותק, אך במקביל, עולה יותר ויותר הטיעון שיש להשתמש בכוחם של הנוסעים למטרה חיובית וכדאי לגייס אותם על ידי הדרכה והסברה מתאימות, לחיזוק הדרישות לבטיחות ולמניעת ההשפעות השליליות הנוצרות בדרך כלל על ידי נוסעים חסרי אחריות. כך הופעלה בשנים האחרונות תוכנית הדרכה לנוסעים בנורווגיה, שמטרתה לעודד עמדות בעד מניעת סיכונים ודרישה להתנהגות אחראית מטעם הנהג. בתוכנית זו מושם דגש על זכותו של הנוסע להימנע מלהצטרף לנסיעה עם נהג מפוקפק. תוכנית דומה יושמה בארה"ב בכתי ספר תיכוניים, עם דיונים קבוצתיים, סדנאות ומשחקי תפקיד. התוכנית נמשכת כחודשיים, ונמצא שיש לה השפעה חיובית על הכוונה לחגור, להימנע משתייה ומנסיעה עם נהג החשוד בשכרות. על סמך דיווח עצמי של המשתתפים, נמצאה כי השפעת התוכנית מתקיימת אפילו 6 חודשים אחרי הפעלתה.

### 2. מטרות ושיטה:

צוות חוקרים מאוניברסיטת מונש באוסטרליה, בדקו את סוגיית השפעת הנוסע על הנהג, בקרב צעירים ממין זכר. השתתפו בניסוי 62 צעירים בני 18 - 21, בעלי אישור נהיגה (הניתן לנהג צעיר במשל שנה



לפני הרישיון הסופי). הם מחולקים לזוגות של נהג ונוסע, ומחציתם משמשים בקבוצת ניסוי כשהאחרים מהווים את קבוצת הביקורת. כל המשתתפים ממלאים שאלון התנהגות בנהיגה שמכיל 24 פריטים על הנטייה לעבריינות, על טעויות בנהיגה ועל התרחשות "החמצות" (lapses), כלומר היעדר פעולות נחוצות כמו למשל אי זיהוי החלפת הצבע באורות הרמזור. השאלון מוצג פעם ראשונה לפני הניסוי ופעם שנייה כחודש לאחריו.

## 2.1 מבחן הנהיגה:

ביצועי הנהיגה של כל המשתתפים נבדקו בסימולטור המורכב מרכב רגיל שעליו מוצב מסך קעור המכסה שדה ראייה של 180 מעלות לרוחב ו- 40 מעלות לגובה, מעל לקו הראייה של הנהג. מסך אחורי מספק תמונה הנשקפת במראות הרכב בתוך שדה ראייה של 60 מעלות אופקיות ו- 40 מעלות לגובה. על המסך מופיע סרט אנימציה וכלי הרכב מוצב על משטח דינמי היוצר תחושות רעידה וטלטולים בציר הנהיגה וגם בציר הרוחבי. כמו כן מערכת שמע משוכללת משמיעה רעשים של מנוע ושל תנועה בכביש. כל המשתתפים עוברים הדרכה בהפעלת הסימולטור וקבוצת הניסוי מקבלת בנוסף, הדרכה מיוחדת כשבועיים לפני הניסוי. בצורה אקראית, נבחרים בקבוצה זו ובכל זוג, נהג ונוסע, והזוג מתיישב ברכב לביצוע ה"נסיעה" על תווי של 6.6 ק"מ המורכב מדרך ראשית ומפגשים עם צמתים כל 300 - 600 מ'. מטלת הנהג היא לנסוע תוך שמירה על חוקי התנועה, והנוסע מתבקש להשגיח על הנהג ולדאוג לשמירה על המהירות המותרת, על מרחקי עקיבה ועל זיהוי סיכונים.

בשלב ראשון של הנהיגה, המטלה של הנהג היא לעקוב אחרי רכב מוביל עם שמירת מרחק נאותה ונסיעה במהירויות 60 - 80 קמ"ש. הנהג מתבקש גם להיצמד מהר ככל האפשר לנתיב הנסיעה של הרכב המוביל.

בשלב שני, נבחנת יכולת זיהוי הסיכונים של הנהג. כשהוא מתקרב לצומת מרומזר ויש לו אור ירוק, מופיע לפתע ממולו רכב חרום המאותת על פנייה בצומת הקוטעת את נתיב הנסיעה של רכב הניסוי. רכב החרום נשמע (סירנה) במרחק של 150 מ' והוא מופיע בשדה הראייה של הנהג הנבדק במרחק של 110 מ' ממרכז הצומת.

## 2.2 תוכנית ההדרכה:

קבוצת הניסוי מקבלת הדרכה בסדרת סדנאות, דיונים והפעלות המיועדות לשפר את יכולתם של המשתתפים לזהות סיכונים והתנהגות מסוכנת של הנהג בתוך הרכב, ולהשתמש בתקשורת ברורה כדי לדווח על אירועים או לתת הוראות. ההדרכה כוללת תרגילי שיח עם הדגש על הימנעות ממריכות ומוויכוחים עוינים אך על התבטאות אסרטיבית בעד שמירה על הבטיחות. ההדרכה מתחילה בדיון קבוצתי על גורמי סיכון בנהיגה ועל תפקיד הנוסעים והשפעתם על הנהג. הרעיון הוא לחזק בקרב המשתתפים את מעמדו של הנוסע ואת אחריותו לנהיגה במקום להישאר שחקן פסיבי. המשתתפים מתרגלים תסריטים שונים על ידי משחקי תפקיד ותרגולת בתקשורת יעילה.

## ממצאים:

תשובות לשאלון עמדות: בשלב שלאחר הניסוי, מציגה קבוצת הניסוי שיפור ברמה תצהירית, במונחים של רצון ליותר בטיחות והימנעות מעבירות, אך ללא הבדל מובהק עם קבוצת הביקורת. ביצועי נהיגה: עיקר הממצאים מרוכזים בטבלה שלהלן:

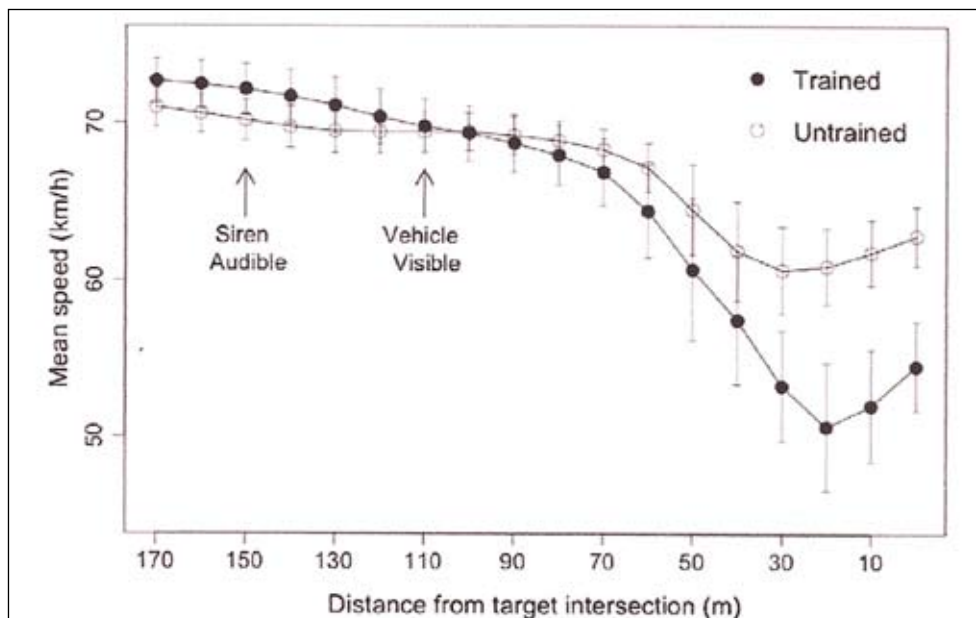


מובהקות סטטיסטית	קבוצת ביקורת	קבוצת ניסוי	מדד ביצועים
אין	57.4	56.1	מהירות ממוצעת (קמ"ש)
אין	23.8	24.0	סטיית תקן של המהירות (קמ"ש)
אין	81.2	81.1	מהירות מרבית (קמ"ש)
0.05	87.3	112.9	מרחק ממוצע מהרכב המוביל (מ')
אין	13.3	17.7	סטיית תקן של המרחק (מ')
אין	0.45	0.36	סטיית תקן של המרחק הרחבי מגבול הנתיב (מ')

טבלה 1. ביצועי נהיגה של קבוצת המודרכים (ניסוי) מול קבוצת הביקורת (ללא הדרכה)

בקבוצת הניסוי נמצא שהמרחק הממוצע מהרכב המוביל, גדול בצורה מובהקת ממרחק הנסיעה העוקבת של קבוצת הביקורת. לעומת זאת, לא נמצאו הבדלים במהירויות הממוצעות.

ניתוח המהירויות של הנבדקים בסדרת מדידות כל 10 מ' לאורך קטע של 170 מ' לפני המפגש הפוטנציאלי עם רכב החרום, מעלה שפרופיל המהירויות של קבוצת הניסוי שונה בצורה מובהקת בהשוואה לקבוצת הביקורת, כמתואר בגרף שלהלן:



איור 1. פרופיל המהירויות בקבוצת הניסוי (עיגולים שחורים) ובקבוצת הביקורת (עיגולים ריקים).

הגרף ממחיש כיצד הנהגים והנוסעים שעברו את ההדרכה נוסעים במהירות נמוכה יותר (ההבדל מובהק סטטיסטית), החל מהרגע שבו הם מבחינים ברכב החרום, וההאטה שלהם יותר חדה בקרבת הצומת בהשוואה לקבוצת הביקורת שלא עברה הדרכה לפני הניסוי. הנתונים מוצגים בתחום רווח הסמך, כלומר הממוצע עם סטיית תקן אחת פחות או יותר.



### 3.3 הבדלי תקשורת בין הנהג לנוסע:

כל השיחות בין שני אנשי הצוות, נהג ונוסע, הוקלטו והתכנים שלהן קודדו למטרת ניתוח. בקבוצת הניסוי, 49% מזמן השיחות בנסיעה הוקדש לשיחות חולין לעומת 69% בקבוצת הבקרה. ביתר הזמן, התקשורת בין שני אנשי הצוות הוקדשה לנהיגה, להערות על אירועי נהיגה, עבירות או טעויות בשיקול דעת.

ממצאי התקשורת מתייחסים לשני מצבי נהיגה: נהיגה עוקבת ופעולה מול רכב חרום בצומת. שני תרחישים שליליים נלקחים בחשבון: עבירה מודעת או פעולה בהיסח דעת. השיח הרלוונטי לנסיעה מקודד איפוא לפי ארבעת המצבים הבסיסיים כשככל קטע תקשורתי ניתן ציון מ-0 עד 4 על איכותו הבטיחותית. למשל, ניתן ציון 4 למסר של הנוסע שמגנה בפירוש עבירת תנועה שביצע הנהג, או פעולה מתוך היסח דעת. בצורה מקבילה, ניתן ציון על כל מסר בעל משמעות של סיכון. הציון המרבי הכולל של הקבוצה הוא 48 על הערות תקשורת חיוביות, ו-48 על הערות שליליות מבחינה בטיחותית. הנוסעים שעברו הדרכה השיגו ציון ממוצע 33 בהיבט החיובי וציון 12 בהיבט הבלתי בטיחותי, לעומת קבוצת הביקורת שהשיגה, בהתאם, 24 - 1 - 30. רק ההבדל בשיח הבלתי בטיחותי מובהק סטטיסטית.

### 4. דיון וסיכום:

אימון צוותי נהיגה בנוכחות נוסע פעיל, נבחן לגבי תרומתו הבטיחותית האפשרית כאמצעי הדרכה משולב ונוסף להדרכת הנהג הצעיר. נמצא שגישה חיובית זו, יכולה להוות כלי יעיל בשיפור התנהגות נהגים צעירים המושפעים רבות מנוכחות הנוסעים. בגישה זו, ניתן תפקיד פעיל לנוסע שנמצא עם הנהג שמאפשר למתן על ידי השגחה ובקרה על מעשיו, את ההתנהגות של הנהג בדרך. בניגוד למצב הרגיל שבו הנוסע משחק תפקיד פסיבי או לעיתים שלילי, הגישה המתוארת במחקר זה, משפרת את תהליכי התקשורת בין שני האנשים ומחזקת את מעמדו של הנוסע. בניסוי מבוקר עם קבוצת צעירים שעברו הדרכה בנושא לפני ביצוע נסיעה בסימולטור, ובהשוואה לקבוצת ביקורת שביצעה את אותן נסיעות ללא הדרכה, נמצא שלעומת שינוי מיזערי בעמדות לפני ואחרי הניסוי, חל שינוי משמעותי במשטר המהירויות של בעלי ההכשרה, בעת מפגש באירוע חרום ונתון חיובי נוסף הוא שמירת מרחק מוגברת אצל המודרכים. גם איכות התקשורת בין שני אנשי הצוות הנבדק נמצאה טובה יותר מבחינת המשמעות הבטיחותית שלה, אצל המודרכים לעומת האחרים: המודרכים השקיעו יותר זמן בנושאי נהיגה והתבטאו פחות במונחים שליליים מנקודת המבט של המחנך לבטיחות.

חלק מהשערות המחקר קיבלו אם כן אישוש והתוצאות מחזקות מודלים תיאורטיים של יעילות בטיחותית של עבודה בצוותים, גם בתחומי עיסוק שונים מהנהיגה, כמו טיסה, טיפול רפואי וכדומה. במסגרות עבודה רבות, עבודת צוות יכולה להשיג יכולת כוללת גדולה יותר בתחום הקוגניטיבי ובתחום הערנות. אמנם המצב בנהיגה שונה, כשמדובר בנהיגה ברכב פרטי, ובהיעדר צוות קבוע, אך יש לזכור שגברים צעירים נוטים לנהוג עם חברים או עם בנות זוג למטרות בילוי והדבר יוצר בפועל זוגות נהג-נוסע, שיכול לתפקד בצורה יותר בטיחותית לאחר קבלת הדרכה עיונית ומעשית בשיפור התקשורת, חלוקת מטלות, ויצירת קשר שותפות בעת הנהיגה. בשעה שהדרכת הנהג השגרתית איננה מתייחסת כלל לנוסע, ומסרי הבטיחות המועברים לנהגים הצעירים נקלטים בצורה מאוד מצומצמת, גישת "צוות הנהיגה" נותנת יותר מקום לתפקיד הנוסע, וכך היא יכולה להוסיף נדבך משמעותי לשיפור התנהגות הנהגים הצעירים.



## האם רכב היברידי מסוכן יותר להולכי רגל ולרוכבי אופניים?

NHTSA (2009): incidence of pedestrian and bicyclist crashes by hybrid electric passenger vehicles. DOT HS 811204, USA.

### 1. מבוא.

השאלה אם גידול השימוש ברכב חשמלי היברידי עלול לגרום לעלייה בסיכון להולכי רגל ולרוכבי האופניים, נובעת מהמאפיינים הייחודיים של הרכב החשמלי, בהשוואה לרכב מנועי רגיל.

הרכב ההיברידי הופיע בארה"ב בשנת 2000, וכבר ב- 2007 היו בשימוש למעלה מ- 350,000 מכוניות היברידיות, בהן מנוע דלק רגיל משולב עם מנוע חשמלי הניזון ממצבר גדול. בהתאם לדרישות הנהג (החלטה להאיץ) ולמצב הטעינה של המצבר, יכול המנוע הרגיל להיכנס לפעולה ולהשתלב עם המנוע החשמלי או להפסיק לפעול בדרישות עומס נמוכות ולהשאיר למנוע החשמלי לבד להניע את הרכב. הסוגייה הבטיחותית של הרכב ההיברידי קשורה להיעדר רעשי מנוע בנסיעה עם המנוע החשמלי, דבר שכיח יחסית בתנועה עירונית, ומכאן קטנה יותר יכולת הזיהוי של הרכב על ידי הולכי רגל או רוכבי שאיננו מתכוונן לכיוון הרכב שמגיע מהצד או מאחוריו. הסיכון חמור יותר להולכי רגל עיוורים או עם מגבלות ראייה, הנעזרים יותר מאחרים בחוש השמיעה בעת חציית רחוב.

### 2. בסיס הנתונים.

ההשערה שהרכב ההיברידי מציג בעיה בטיחותית, נבדקה ברשות הלאומית הפדראלית לתחבורה ולבטיחות בארה"ב, על סמך עיון בנתוני 12 מדינות בארה"ב שבהן סוג מנוע הרכב מצוין בתיקי התאונות שהתרחשו אצלם. נאספו נתוני כלל התאונות של 559,703 כלי רכב בעלי מנוע רגיל ושל 8387 מכוניות היברידיות עם מאפייני תאונה כמו מצב התאורה, מקום התאונה וסוג התמרון שביצע הרכב בעת התאונה. הרכב הרגיל היה מעורב בתאונות שפגעו ב- 3578 הולכי רגל וב- 1862 רוכבי אופניים. מספר הנפגעים מרכב היברידי היו 77 הולכי רגל ו- 48 רוכבי אופניים.

### 3 פילוג נתוני כלל התאונות במדגם הכללי ובמדגם ההיברידי:

#### 3.1 השוואה בין אזורי מהירות מוגבלת:

באזורי מגורים, המהירות מוגבלת בדרך כלל ל- 35 מייל\ש כלומר 56 קמ"ש. להלן נתוני שני המדגמים:

מהירות	רכב היברידי	אחוז	רכב רגיל	אחוז
עד 56 קמ"ש	2609	31%	152,833	27%
מעל ל- 56 קמ"ש	3101	37%	185,356	33%
לא ידוע	2677	32%	221,514	40%
סה"כ	8387	100%	559,703	100%

טבלה 1. מספר ושיעור כלי רכב מעורבים בתאונות בשני אזורי הגבלת מהירות



הרכב ההיברידי מעורב יחסית יותר מהרכב הרגיל באזורי מגבלות מהירות.

### 3.2. תנאי תאורה:

שני המדגמים מציגים התפלגות תאונות זהה לפי תנאי התאורה שבהם הן התרחשו, כמתואר בטבלה 2:

תאורה	רכב היברידי	רכב רגיל
אור יום	6424 (77%)	413,332 (74%)
לילה עם תאורה	1029 (12%)	83,094 (15%)
לילה בלי תאורה	558 (7%)	39,658 (7%)
דמדומים	296 (4%)	19,463 (3%)
אחר ולא ידוע	80 (1%)	156 (1%)
סה"כ	8387 (100%)	559,703 (100%)

טבלה 2. השוואת תנאי התאורה ומספר התאונות לפי סוגי הרכב

### 3.3. מקום התאונה:

מקום התאונה	רכב היברידי	רכב רגיל
כביש	4342 (52%)	318,118 (57%)
צומת	1194 (14%)	70,541 (13%)
דרכי גישה וחנייה	584 (7%)	57,578 (10%)
אחר ולא ידוע	2257 (27%)	113,466 (20%)
סה"כ	8387 (100%)	559,703 (100%)

טבלה 3. השוואת שיעורי מיקום התאונות של שני סוגי הרכב

התפלגות התאונות לפי מיקומן אינה שונה בצורה בוטה מבחינת מיקומן בשני המדגמים אם כי חסר יחסית יותר מידע לגבי הרכב ההיברידי.

### 3.4. תנאי מזג אוויר:

מזג אוויר	רכב היברידי	רכב רגיל
בהיר	5467 (65%)	373,617 (67%)
מעונן או ערפילי	1078 (13%)	78,598 (14%)
גשם	784 (9%)	64,061 (11%)
שלג	172 (2%)	10,024 (2%)
אחר ולא ידוע	886 (11%)	33,353 (5%)
סה"כ	8387 (100%)	559,703 (100%)

טבלה 4. השוואת תנאי מזג האוויר בעת התרחשות התאונות בשני סוגי הרכב



#### 4. מעורבות רכב היברידי לעומת רכב רגיל בתאונות בהן נפגעים הולכי רגל ורוכבי אופניים:

##### 4.1 כללי:

במדגם הרכב ההיברידי, היו בתקופה הנבדקת, 77 כלי רכב מעורבים בתאונות הולכי רגל, שהן 0.9% מהמדגם. לעומת זאת, במדגם של הרכב הרגיל 3578 כלי רכב היו מעורבים בתאונות הולכי רגל באותה תקופה, כלומר שיש להם שיעור מעורבות של 0.6%, שהוא נמוך בצורה מובהקת (ברמה של 0.02).

##### 4.2 השוואת מקום התאונה:

באזורי תנועה שבהם חלה הגבלת מהירות עד ל- 56 קמ"ש, 48 כלי רכב היברידיים היו מעורבים בתאונות הולכי רגל (שיעור מעורבות: 1.8%), לעומת 1836 כלי רכב רגילים (שיעור מעורבות: 1.2%). באזורי הגבלות מהירות מעל ל- 56 קמ"ש, כלומר בדרכים מהירות יחסית, מספר כלי הרכב המעורבים היו בהתאם 8 - 601, כלומר שיש להם שיעור מעורבות זהה של 0.3%. משמעות הדבר היא שבשכונות מגורים או באזורים שבהם יש צורך להאט יותר את המהירות, הרכב ההיברידי מסוכן יותר להולכי רגל ולרוכבי אופניים.

##### 4.3 שיעורי תאונות הולכי רגל לפי סוג הפעולה שביצע הרכב בעת התאונה:

תמרון	רכב היברידי	רכב רגיל
נסיעה ישר	33 (0.9%)	2069 (0.8%)
פנייה	19 (1.8%)	698 (1%)
האטה, עצירה	6 (0.5%)	148 (0.2%)
נסיעה לאחור	7 (5.3%)	261 (2.9%)
כניסה ויציאה מחנייה	1 (1.2%)	55 (0.9%)
זינוק בתנועה	3 (2.9%)	50 (1.2%)
אחר ולא ידוע	6 (0.3%)	238 (0.2%)
סה"כ	75 (0.9%)	3519 (0.6%)

טבלה 5. מספר ושיעורי תאונות הולכי רגל מתוך כלל כלי הרכב המעורבים בתאונה שביצעו את הפעולה, בכל קטגוריית רכב

ההבדלים בשיעורי המעורבות של שני סוגי הרכב בפיצול לפי פעולה, לא נמצאו מובהקים בנסיעה ישר אך בפנייה, הרכב ההיברידי מעורב יותר באופן מובהק.



## 5. השוואת מעורבות שני מדגמי כלי הרכב בתאונות של רוכבי אופניים:

### 5.1. מקום התאונה:

מספר כלי הרכב ההיברידי שהיו מעורבים בתאונת אופניים הוא 48, שהם 0.6% מהמדגם, בשעה שבקרב כלי הרכב הרגילים, נמצאו 1862 מעורבים בתאונה עם רוכב אופניים, שהם רק 0.3% מהמדגם. מעורבות הרכב ההיברידי בסוג זה של תאונה היא אם כן כפולה מזו של הרכב הרגיל כאשר רוב התאונות מתרחשות באזורי הגבלת מהירות לפחות מ- 56 קמ"ש, המאפיינים שכונות מגורים, כמפורט בטבלה:

מגבלה	רכב היברידי	רכב רגיל
פחות מ- 56 קמ"ש	25 (1%)	963 (0.6%)
מעל ל- 56 קמ"ש	9 (0.3%)	314 (0.2%)
סה"כ	36 (0.6%)	1277 (0.4%)

טבלה 6. מעורבות של שני סוגי הרכב בתאונות אופניים באזורי מגבלות מהירות

### 5.2. שיעורי תאונות לפי סוג הפעולה של הרכב:

המספרים הקטנים של תאונות הרכב ההיברידי לא מאפשרים התייחסות סטטיסטית אך לגבי התאונות בנסיעה ישר, היו 22 תאונות לרכב זה לעומת 873 תאונות לרכב הרגיל. שיעורי התאונות הם בהתאם, 0.6% ו- 0.3%. בצורה דומה, היו לרכב ההיברידי 14 תאונות עם אופניים בעת פנייה, לעומת 659 תאונות לרכב הרגיל, עם שיעורי תאונה של 1.3% ו- 0.9% בהתאם. המספרים קטנים, אך הממצאים מופיעים באופן סדרתי בכיוון אחד ומחזקים את השערת המחקר של סיכון היתר של הרכב ההיברידי.

### 6. מסקנות:

ניתוח ממצאים של כ-8400 כלי רכב היברידיים ושל כ-560,000 כלי רכב רגילים מאותה קטגוריה (רכב נוסעים), שהיו מעורבים בתאונות ב-12 מדינות בארה"ב בשנים 2000 - 2007, מעלה כי במדגם הרכב ההיברידי היו 77 תאונות הולך רגל ו- 48 תאונות עם רוכב אופניים. במקביל, במדגם הבקרה של רכב נוסעים עם מנוע רגיל, היו 33,573 תאונות של הולכי רגל ו- 1862 תאונות עם אופניים. מתוך נתונים אלו, מניתוח לפי קטגוריות רלוונטיות של מחוללי סיכון, ובעזרת מבחני מובהקות סטטיסטיים, נמצא שבאופן שיטתי, מעורבות הרכב ההיברידי גדולה יותר יחסית למספר כלי הרכב מסוג זה במצבת המכוניות בתקופה הנבדקת, בהשוואה לרכב נוסעים רגיל. ההבדלים המובהקים נמצאו לגבי תאונות הולכי רגל ורוכבים כאשר הרכב מבצע פנייה, בלימה והאטה, בנסיעה לאחור ובכניסה ויציאה מחנייה. בנסיבות אלו, הרכב ההיברידי מעורב בתאונות בשיעור כפול במוצע מהרכב הרגיל, ובתאונות המתרחשות במהירויות יחסית נמוכות, הרכב ההיברידי מפתיע כנראה את חלק מהולכי הרגל ורוכבי האופניים בגלל היעדר רעש אופייני למנוע חשמלי. הולכי רגל הסובלים ממגבלות ראייה נמצאים בסיכון גבוה במיוחד. לאור המגמה ההולכת וגוברת בשימוש ברכב חשמלי, במיוחד באזורים עירוניים, לממצאים אלו יש חשיבות בקביעת צעדי מניעה, דרך ההסברה, ההדרכה ואולי גם בעזרת הטכנולוגיה.



## עומס תפיסתי ומצמוצי עין הנהג

Benedetto S. et al. (2011): Driver workload and eye blink duration.  
Transportation Research Part F, 199 – 208.

### 1. מבוא:

השימוש ההולך וגובר במערכות מידע פנים - רכביות כמו רדיו, טלפון ומערכות הניווט, מחייב את הנהג להקדיש יותר ויותר קשב בעת הפעלתן ובכך הן יוצרות הסחת דעת מהנעשה ברחוב ובכביש. בשעה שהנהיגה דורשת יכולת גבוהה לביצוע מטלות הכרוכות בתפיסה, בחשיבה ובפעולה, הפעלת אותן מערכות גוזלת משאבים בתחום הראייה וההפעלה הידנית העדינה. יש לכך משמעות בטיחותית, לפחות בשלבים קריטיים של הנהיגה. לא מעט מחקרים הוקדשו בשנים האחרונות לנושא הסחות הדעת, ובעיקר זו הנובעת משימוש בטלפון בעת הנהיגה. נמצא שהפעלת אמצעי תקשורת בנהיגה משפיעה באופן שלילי על הקשב ועל ביצועי הנהיגה, אפילו בהיעדר עומס תפיסתי בתחום הראייה או ההפעלה הידנית.

כדי להגדיר כמותית את הסחת הקשב בנהיגה, מפתח ארגון התקנים הבין-לאומי (ISO) שיטה המבוססת על מטלת נהיגה סטנדרטית של מעבר מנתיב לנתיב, עם ביצוע במקביל של מטלה משנית. חוקרים איטלקיים בודקים במסגרת פרויקט זה, כיצד אפשר להעריך כמותית עומס מנטלי בעת נהיגה בעזרת הממד הפיזיולוגי של תנועות העין. הראייה היא מקור המידע העיקרי של הנהג ולפיכך, פעולות העין הניתנות לתצפית ולמדידה ללא הפרעה לנבדק, יכולות לשמש כמדד לרמת העומס הנפשי, התפיסתי והקוגניטיבי הנוצר בביצוע מטלת נהיגה. למבט יש מגוון תכונות כמו ההתמקדות (fixation), אורך זמן ההתמקדות, שכיחות המצמוץ, אורך הזמן של סגירת העפעף וכן גם כיוון המבט. מדד נוסף שיש לבחון את משמעותו הוא התרחבות האישון שמחקרים קודמים הצביעו על רגישותו לעומס המוחי.

במחקר הנוכחי, התמקדו החוקרים בניתוח המצמוץ בעת ביצוע מטלה סטנדרטית של מעבר בין נתיבים בנהיגה בסימולטור.

המצמוץ, סגירה ופתיחה מהירה של העפעף, מתקשר גם לעייפות וגם לעומס הראייתי. קצב המצמוץ מעיד על העייפות, והדבר נמצא במיוחד במחקרים בתחום הטיסה. כאשר קצב המצמוץ יורד וזמן סגירת העין עולה, האדם חש בעייפות והתופעה ידועה כאשר האדם מנמנם. במקביל מתרחשת התרחבות של האישון בעת התחללות שינויים בעומס המוחי אך מאפיין זה פחות חד משמעי ודורש בדיקות נוספות כסמן פיזיולוגי אמין. בעיקרון, גידול בעומס המוחי מלווה בהרחבת האישון.

### 2. שיטת המחקר:

השתתפו במחקר 15 נהגים שבצעו מטלת נהיגה בסימולטור, לפי מתכונת מעבר מנתיב לנתיב שפותחה על ידי ISO. את תנועות העיניים מודדים בעזרת קסדה אופטית שחובש הנהג והמצויינת במנגנון מעקב על עין אחת. המערכת מצלמת ומודדת את כיוון המבט ואת קוטר האישון כאשר הנהג צופה בסרט נהיגה המוקרן במרחק של 2.7 מ' ובו בזמן, מוטל כליו לסרוק אירועים על מסך המונח על לוח המכוונים של תא הרכב בו הוא נמצא.

כל נבדק מבצע מטלת נהיגה עיקרית של נסיעה בקו ישר במהירות של 60 קמ"ש ולאורך 3.5 ק"מ.



הקטע הראשון, של 500 מ', משמש לזינוק ולייצוב הרכב עד הגעתו למהירות הנדרשת והמדידות מתחילות לאורך 3 ק"מ הנוספים, ב - 6 סדרות עם מטלה יחידה (נהיגה ומעבר בין נתיבים) או תוך ביצוע מטלה כפולה המכבידה על העומס התפיסתי והתפקודי. בכל 150 מ' מופיע תמרור המסמן שינוי נתיב והנהג מבצע בצורה זו 18 מעברי נתיב. במקביל, מתבקש הנהג לבצע מטלה משנית המיועדת להכביד על ביצוע המטלה הראשית. המטלה המשנית משלבת קשב ראייתי ופעולה ידנית, כמו מטלות הפעלת מערכות בתוך הרכב, והיא מורכבת מהצגת סימן רלוונטי - עיגול מטרה בקוטר של 1.4 ס"מ, המופיע בצורה אקראית על רקע של עיגולים שקוטרם 0.7 ס"מ במספר משתנה. המתודולוגיה של שילוב מטלה משנית עם מטלה עיקרית מתבססת על העובדה שהמטלה המשנית רגישה יותר לשינויים בעומס התפיסתי וקוגניטיבי מאשר המטלה העיקרית ולפיכך רמת הביצוע שלה משמשת כמדד יותר יעיל למדידת העומס.

## 2.1 מדידות:

במסגרת הניסוי, נמדדים המשתנים הבאים:

קצב המצמוץ, אורך זמן המצמוץ, השטח הממוצע של האישון, זמני תגובה להופעת התמרורים, שיעור התגובות הנכונות למטלה המשנית (מבחן SuRT לקשב ראייתי: זיהוי עיגול גדול בין שאר עיגולים), וכן גם, לאחר הניסוי, תשובות הנבדקים לשאלוני הערכת עומס (סולם עומס תפקודי שפותח ב - NASA וסולם נוסף להשוואה).

## 3. ממצאים:

ממצאי המחקר מסוכמים בטבלה הבאה:

משתנה	שלב 1 בלי מטלה משנית	שלב 2 עם מטלה משנית	שלב 3 עם מטלה משנית	שלב 4 עם מטלה משנית	שלב 5 עם מטלה משנית	שלב 6 בלי מטלה משנית
קצב מצמוץ בדקה	58	32	38	46	43	70
אורך זמן המצמוץ (ms)	152	132	137	128	133	167
גודל האישון (פיקסלים)	2906	3793	3804	3591	3608	2706
זמן תגובה (s)	1.08	1.08	0.97	1.04	1.03	1.05
שוני בזמן התגובה (s)	0.24	0.46	0.42	0.43	0.42	0.25
מטלה משנית	-	77	94	96	105	-
ציון בשאלון עומס של NASA	28	48	41	47	41	25

טבלה 1. סיכום ממצאים ממוצעים לנבדק

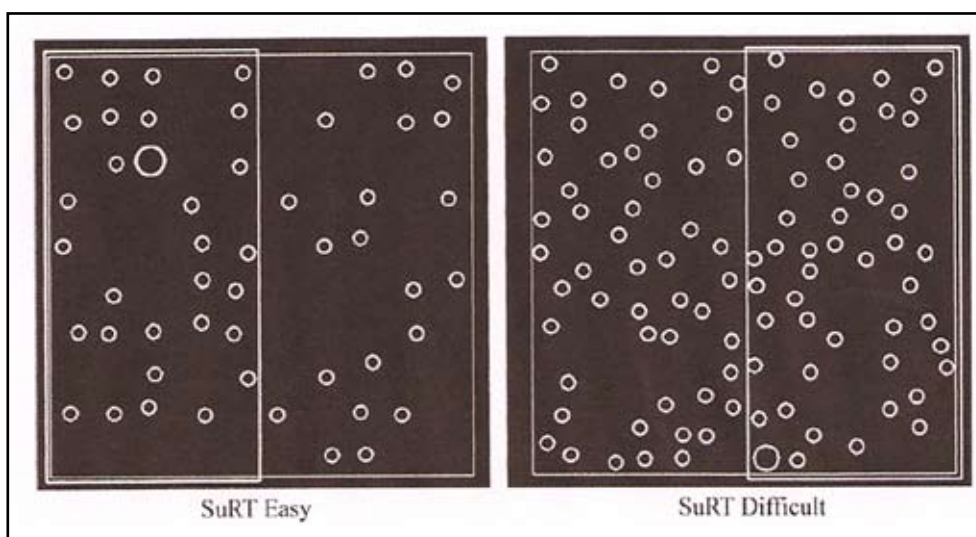


מניתוח הממצאים ובחינת המובהקות הסטטיסטית של ההבדלים הגולמיים הנצפים עולה כי לפערי קצב המצמוץ אין משמעות בגלל כנראה שוני גבוה בין הנבדקים. לעומת זאת, משתנה "אורך זמן מצמוץ ממוצע" מהווה סמן פיזיולוגי משמעותי לעלייה בעומס העבודה התפיסית-קוגניטיבי, כאשר עומס המטלה שמגביר את המתח או את העייפות, גורם למצמוץ קצר יותר.

גודל האישון לא מספק מדד ברור למרות מגמה להגדלה בעת עומס גבוה אך עם שונות סטטיסטית גדולה. אפשר גם לשער שהמדד רגיש להשפעת החידוש (effect novelty) כמו שהדבר בא לכדי ביטוי בממצאי שני השלבים האחרונים עם מטלה משנית בהם המדד יורד בעקבות תהליך למידה.

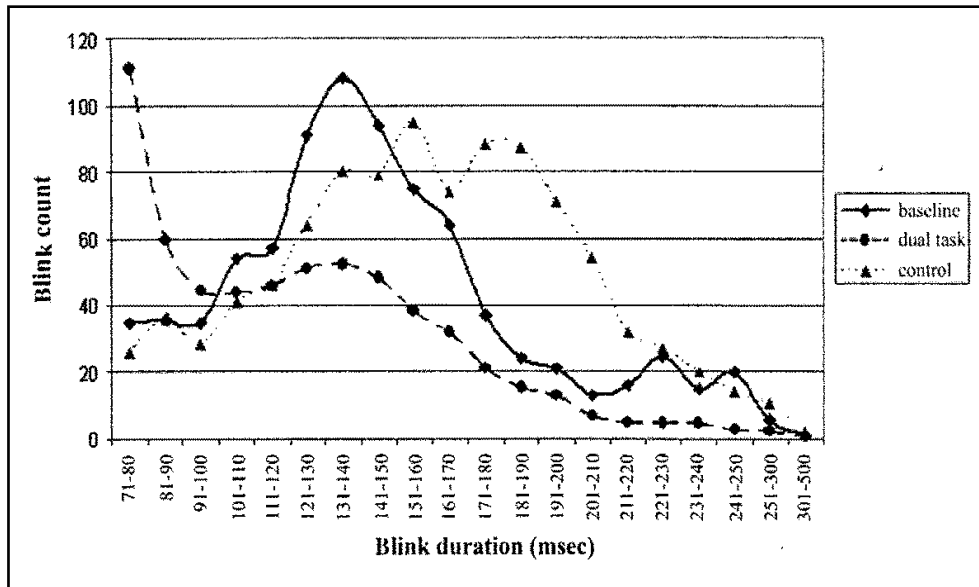
זמני התגובה אינם תורמים לתיעוד העומס אך מדד השוני בזמני התגובה (סטיית תקן ממוצעת ל - 18 מעברים לכל נבדק), יכול לשמש כסמן מובהק לעלייה בעומס המטלה, המתרחשת בשלבי ביצוע מטלה כפולה, כיוון שזו מחייבת הסטת המבט לכיוון המסך שעליו מופיעים העיגולים שיש לזהות, לעומת השלב ראשון והשלב האחרון המתבצעים ללא מטלה משנית.

דוגמה למבחן במטלה המשנית מוצגת להלן בשני ערכי קושי: משמאל מצב בו המטרה קלה לזיהוי ומימין, יש קושי יחסי בזיהוי המטרה.



איור 1. דוגמאות למבחן הקשב: משמאל, מטלה קלה, מימין מטלה קשה בזיהוי מהיר של העיגול הגדול

את השוני באורך זמי המצמוצים בשלבי הניסוי השונים אפשר לראות בגרף שלהלן, המציג את שכיחות המצמוצים באורכי זמן שונים בשלב מטלה ראשית בלבד (קו baseline), בשלב העומס (קו מקווקו: task dual), ושלב הבקרה הסופי (קו control). נראה בברור שבשלב העומס המרכיב (מטלה משולבת), עקומת זמני המצמוצים סוטה שמאלה, כלומר שזמני סגירת העין יורדים.



איור 2. פילוג המצמוצים לפי אורכם בביצוע המטלה הפשוטה והמורכבת

#### 4. סיכום:

מטרת המחקר היתה לבחון מספר מדדים פיזיולוגיים המעידים על העומס התפיסתי-קוגניטיבי בו עומד הנהג בעת ביצוע מטלה תחבורתית. נעשה ניסוי מבוקר בנהיגת סימולטור לבדיקת ההשערה שמאפיין מצמוץ העין, הניתן למדידה ללא צורך באמצעים פולשניים (כמו אלקטרודות במקרה של ניטור גלי מוח), יכול לשמש לזיהוי העומס ובכך לבסס מערכות התרעה ותמיכה בזמן אמיתי. מחקרים קודמים, במיוחד בתחום הטיס, מצביעים על התקצרות זמן המצמוץ בעת עלייה בעומס המטלה, אם כי קיימים גם ממצאים סותרים, ולפיכך יש לבדוק את התופעה בתנאים מגוונים כדי להגיע למסקנות אופרטיביות. בסך הכול, ממצאי המחקר נראים מבטיחים ויש לתקף אותם מחוץ למעבדה ובמיוחד בתנאי תאורה שונים, אשר יש להם השפעה מכרעת על תופעת המצמוץ. בצורה דומה, המדד השני שנבדק, גודל האישון, הניב אמנם תוצאות מבטיחות, ואכן גודל האישון מושפע מאוד מהעלייה בעומס המטלה, אך מדד זה דורש בדיקות מקיפות יותר להערכת יציבותו ושימותו במערכות התרעה ותמיכה בנהיגה.



## צמצום עימותי רכב - אופניים בצומת כביש - מסלול רכיבה

Phillips R. et al. (2011): reduction in car–bicycle conflict at a road–cycle path intersection. Transportation Research Part F, pp. 87 – 95.

### 1.מבוא:

חוקרים בנוווגיה בדקו את רמת הבטיחות של מסלולי רכיבה לאופניים, באזור המועד ביותר לפורענות שהוא המפגש בין המסלול לכביש, בדרך כלל בצמתים, בו נפגשות גם מספר דרכים. החוקרים בחנו את ההשערה שמשתמשים בדרך לומדים עם הזמן להתמודד טוב יותר עם הקשיים שמציבה התשתית, ולפיכך יש לצפות שהסיכון בצמתים שבהם יש מפגש מסוג זה, ילך ויצטמצם ככל שהמשתמשים בדרך יתרגלו למאפייני התשתית. הבסיס התיאורטי של השערה זו הוא מודל ההתאמה ההתנהגותית ותהליכי הלמידה, במיוחד כשמדובר באוכלוסיה הנחשפת לסוג אירועים מסוים בתדירות גבוהה.

התועלת הבטיחותית של מסלולי הרכיבה המיועדים לרכיבי אופניים והמבודדים אותם ממגע ישיר עם זרם כלי הרכב, איננה חד-משמעית. מחקרים קודמים שבוצעו באיחוד האירופאי מעלים ספק לגבי יתרונו של המסלול ובשוויה למשל, נמצאו ממצאים סותרים לגבי השיפור הבטיחותי הצפוי של מסלול רכיבה עם הפחתה של מספר התאונות ב - 44% באתר אחד אך עם עלייה ב - 82% באתר אחר. השאלה כנראה איננה אם מסלול רכיבה מועיל יותר לבטיחות מאשר נתיב רכיבה משולב בכביש, אלא כיצד ובאלו נסיבות כדאי להתקין אותו בהתייחסות לתנאי תחבורה מגוונים. גורמים מכריעים ביצירת היתרון למסלול יכולים להיות נפחי התנועה היחסיים, מאפייני התשתית, מבנה הפרדה בין המסלול לכביש, דרכים חד או דו-סטריות וכן גם איכות הסימון והתמרור ושכיחות הצמתים שחוצה המסלול.

הצמתים מהווים נקודת תורפה בטיחותית ושם מתרחשות רוב התאונות בין אופניים לרכב הממונע. הבעיה מחריפה כאשר רכב פונה שמאלה או ימינה אך שנהגו מתמקד בתנועת כלי הרכב האחרים שמאיימים עליו באופן ישיר ולא ברוכב האופניים. הערכות בטיחות מפגשי כביש - מסלולי רכיבה מבוססים בדרך כלל על מחקרי "לפני - אחרי" שחולשתם נובעת ממרווח הזמן השרירותי שנלקח בחשבון לתקופת המחקר לפני ואחרי התקנת אמצעי בטיחות. ככל שמרווח הזמן ארוך יותר, מצטבר יותר מידע וכך תוקף הממצאים עולה מבחינה סטטיסטית. מאידך, בתקופה ארוכה יותר מתחוללים יותר שינויים משמעותיים בנפחי התנועה, הרכבה וסוג המשתמשים בדרך. שינוי משמעותי נוסף הוא תהליך הלמידה שלהם הנובע מהתנסויות חוזרות, הכרות טובה יותר של מאפייני הסביבה והתשתית והצטמצמות גורם ההפתעה. ההיכרות של המשתמש בדרך עם תכונות האתר, הן פיזיות והן תחבורתיות, מאפשרת שינוי הדרגתי של יכולת ההתמודדות של הנהג או הרוכב עם משתמש בדרך אחר המופיע בפניו בצומת, ובמיוחד כשמדובר במשתמשי דרך קבועים כמו נהגים יומיים. שינוי זה מתבטא במשטר מהירויות זהיר, באסטרטגיה של חיפוש ראייתי יותר יעיל, בכוננות למתן זכות קדימה ובשכיחות פוחתת של עימותי תנועה (קונפליקטים). לתהליך זה קוראים "התאמה התנהגותית" חיובית, להבדיל מתהליכי ההתאמה ההתנהגותית השלילית שנצפתה לא מעט בצורת הסתגלות נהגים לפתרון תשתיתי מסוים בצורת עלייה לאורך זמן בסיכון שהם נוטלים מתוך היכרות עם תכונות האתר ששיפרו בעת התקנתו את רמת הבטיחות שלו.



## 2. שיטה וממצאים:

המחקר הנוכחי מנסה לאמוד את מידת השיפור בהתנהגות המשתמשים בדרך בעת המפגש בין רוכבים ונהגים וזאת לאורך תקופת זמן ארוכה, עד 10 שנים.

נבחר צומת קמץ באוסלו, שכולל בציר תנועה ראשי מסלול רכיבה דו-סטרי מקביל, עם משטח דשא המפריד בינו ולבין הכביש. המסלול חוצה בצומת את הדרך המשנית בה הנהגים העומדים להיכנס לצומת בפנייה לימין או לשמאל, חייבים לתת זכות קדימה לרכב מנועי הנע בדרך הראשית. תקנות התעבורה בנוהגיה מחייבות את רוכב האופניים לתת זכות קדימה לרכב מנועי בכביש המשני כאשר הוא נכנס לצומת. נהג בכביש הראשי הפונה שמאלה לכביש המשני צריך לתת זכות קדימה לרכב שמגיע מולו. הצומת ממוקם בפרוורי אוסלו ורוב הנוסעים והרוכבים הם מקומיים או יוממים.

איסוף הנתונים מבוסס על צילום וידאו, עם מצלמה הממוקמת על גג בנין סמוך לצומת והצילומים נעשו בשלוש תקופות: בשנת 1997 כשהמסלול נבנה צולם הצומת במשך 3 שעות, בשעות בוקר וערב בימי השבוע, בשנת 2001 צולמו 25 שעות ובשנת 2007 צולמו 28 שעות נוספות. נפחי תנועת הרכב והאופניים נמדדו ב- 8 תצורות מפגש המתוארות באיור 1. בכל מפגש של אופניים ורכב מנועי, נרשם מי נתן את זכות הקדימה והאם התרחש עימות. בסך הכול, נפחי התנועה בשעה היו כדלקמן:

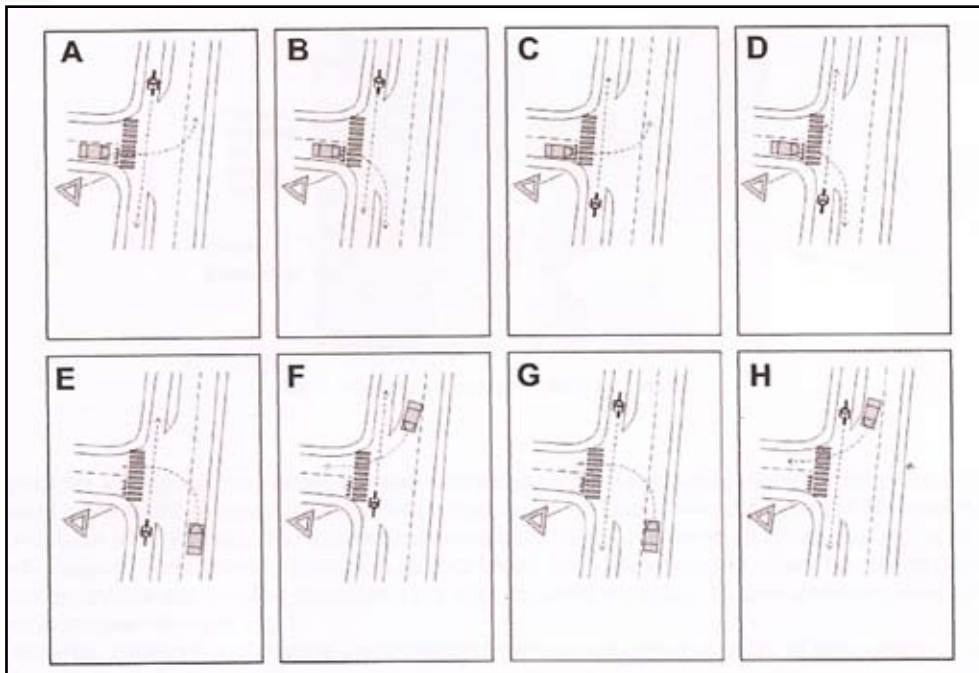
נפח לשעה	שנה ראשונה	אחרי 4 שנים	אחרי 10 שנים
רכב	363	350	331
אופניים	197	184	218

טבלה 1. נפח תנועה שעתי של הרכב המנועי ושל רוכבי האופניים החוצים את הצומת בשלוש תקופות

### 2.1 הגדרת המשתנים:

בכל מפגש של כלי רכב ואופניים בצומת, שני מנתחי צילומים בלתי תלויים מעריכים אם ומי נתן זכות קדימה למי ואם התרחשה בעת המפגש בלימה חריפה של אחד מהמשתתפים במפגש כדי למנוע תאונה. נמצא שהיתה הסכמה גבוהה בין המעריכים (86% הערכות תואמות), ולגבי המקרים בהם לא היתה הסכמה, התבצע דיון למטרת קביעה משותפת של מאפייני האירוע.

המפגשים חולקו בין מצבי מתן זכות קדימה או מצבי עימות (קונפליקט) בתוך שמונה הקטגוריות של מפגשי רכב - אופניים כפי שהם מופיעים באיור 1.

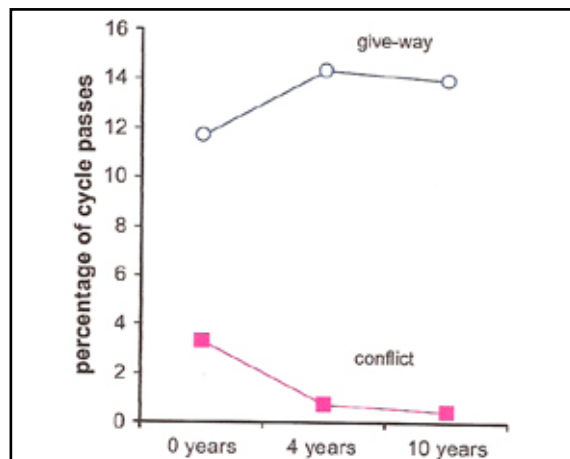


איור 1. שמונה תצורות מפגש רכב - אופניים בצומת קמץ

### 3. ממצאים:

#### 3.1 אינטראקציות בין רוכבים ונהגים:

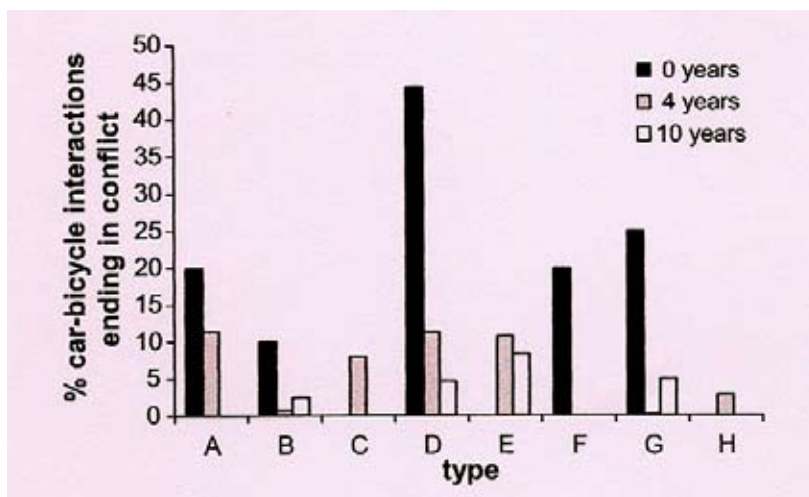
בכל תצורת מפגש, חושב שיעור אירועי מתן זכות קדימה או עימות ביחס לכלל המפגשים בין רוכבים ונהגים בצומת הנבדק, וזאת לכל אחת מתקופות המחקר. הממצאים מצביעים על ירידה משמעותית בשיעורי העימותים. בין התקופה הראשונה (בשנת 1997 הותקן מסלול הרכיבה) והשנייה בשנת 2001, כלומר אחרי ארבע שנים, חלה ירידה מובהקת סטטיסטית (איור 2):



איור 2. השינויים בשיעורי מתן ז.ק. (סימון בעיגולים) ועימותים (מלבנים) בשלושת תקופות המחקר



פירוט שיעורי כלל העימותים בין רוכבים ונהגים (מתן ז.ק. ועימותי תנועה) בכל תצורת מפגש (המוגדרת באיור 1) ובכל אחת מתקופות המחקר, מוצג בגרף שלהלן:



איור 3. שיעורי עימותים לפי תצורת מפגש ותקופה

הגרף מצביע בבירור על תהליך למידה עם שיפור שיטתי מבחינה בטיחותית בכל מצבי מפגש, כאשר השינוי החד ביותר מתייחס לתצורה D בה הרכב פונה ימינה כאשר גם הרוכב מגיח מימין. זו אמנם התצורה המציגה מפגש רכב אופניים קל יחסית לפיתרון, אם כי חשוב לציין שבעת תמרון מסוג זה, נוטה הנהג להקדיש יותר קשב למתרחש משמאלו מאשר לימינו וזהו גם סוג תאונה השכיחה ביותר בין רכב לאופניים בצומת קמץ.

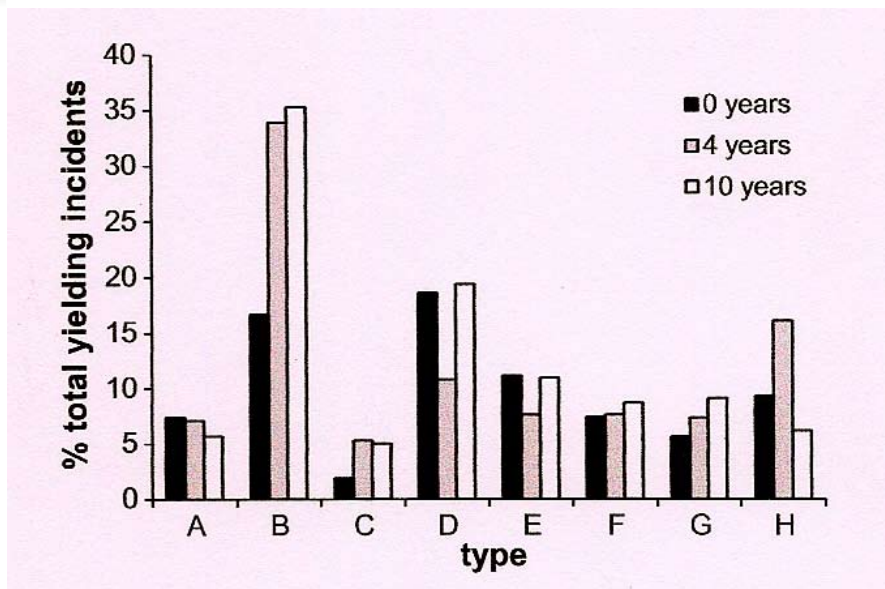
### 3.2 השינויים בעימותים ובמתן זכות קדימה:

אחרי חודשיים לאחר התקנת מסלול הרכיבה, שיעור הנהגים שנתנו זכות קדימה לרוכבים הגיע ל- 63% ו- 22% מהרוכבים נתנו זכות קדימה לנהגים. ב- 15% מהמפגשים, שני הצדדים עצרו כדי לתת זכות קדימה למשתמש השני. ארבע שנים לאחר מכן, שיעורי מתן זכות קדימה היו בהתאם: 61%, 23% ו- 16%, כלומר ללא שינוי משמעותי. עם זאת, רוב השינויים בעלי מובהקות סטטיסטית, מתקשרים למפגשים מסוג H, A, F ביחס לזכות קדימה שניתנת על ידי הנהג, ולגבי שינוי התנהגות הרוכבים, חל שינוי מובהק רק בתצורה מסוג F.

לגבי העימותים, המספרים המוחלטים נשארו מאוד קטנים ואי אפשר להסיק מהם מסקנות חד-משמעיות, אם כי מעניין לנתח את הממצאים לפיהם העימותים נעלמו בתקופה האחרונה בתצורות A, F, ולעומת זאת, הם נשארו גם לאחר 10 שנים בתצורה E (איור 3).

באשר לנטייה לתת זכות קדימה, פילוג הממצאים לאורך שנים לא מצביע על מגמה חד משמעית מלבד בתצורות B ו- H ובעיקר בין התקופה הראשונה והשנייה אך לא לאחר מכן.

הממצאים מתוארים באיור 4 הבא:



איור 4. שיעורי מתן זכות קדימה לפי תצורה ותקופה

#### 4. דיון ומסקנות:

ארבע שנים לאחר התקנת מסלול רכיבה, מספר העימותים ירד משמעותית תוך כדי גידול הנטייה לתת זכות קדימה ומגמה זו נשארה יציבה גם לאחר 10 שנים. החוקרים רואים במגמה זו, כהיעדר שינויים בולטים בנפחי התנועה, השפעה של תהליכי למידה ושל תופעה של התאמה התנהגותית חיובית של המשתמשים בדרך לתנאי התנועה באתר הנחקר.

השינויים בשיעורי העימותים מוסברים על ידי התיאוריות של ניהול עומס קוגניטיבי ועל ידי מודל ההתאמה ההתנהגותית. במצב הקשור לתצורה E, שהיא הבעייתית ביותר ושלא השתנה לאורך הזמן, הדרישה הקוגניטיבית חריפה יותר מאשר בתצורות אחרות, וסביר להניח שממצאים אלו מתקשרים לרמת העומס התפיסתי-קוגניטיבי של הנהג בעת ביצוע תמרון פנייה שמאלה: במצב זה, יש לו צורך מנוגד להשקיף על התנועה ממול בעת שרוכב האופניים מגיע מצידו השמאלי - אחורי, כלומר הוא מתמודד עם צורך בחיפוש מידע לכיוון הנסיעה ובו זמנית עם מידע שצריך למצוא במראה. הסיכוי לתקלה בתהליך צפייה זה איננו זניח. תצורה D לעומת זאת, מאפשרת למידה בקלות יחסית מבחינתו של הנהג כיוון שהיא ניתנת לביצוע במהירות נמוכה ואפילו עם עצירה. יש לציין שלאחר ארבע שנים, נהג הנוסע כל יום הלך וחזור באתר, יהיה מעורב במפגש עם רוכב אופניים פעם ב- 236 ימים בממוצע. תהליך הלמידה אם כן איננו יעיל בגלל פיזור ה"תרגול" לאורך זמן מאוד ארוך. כאשר האירועים יותר שכיחים, הם נלמדים בצורה יעילה ומאפשרים התאמה טובה יותר לדרישות הבטיחות. עם זאת, הממצאים מצביעים על יכולת המשתמשים בדרך לשפר את ביצועיהם מבחינת הבטיחות גם לאורך מספר שנים.



## תופעת ה"עיוורון לשינוי" והשלכותיה לנהיגה

Galpin A. et al. (2009): Change blindness in driving scenes.  
Transportation Research Part F, 179 – 185.

### מבוא:

אחת הסיבות השכיחות להתחללות תאונות דרכים מתבטאת בדוחות המשטרה ובדיווחי המעורבים, במונחים של "לא ראה" או "הסתכל ולא ראה". במקרה הראשון, אחד מהמשתמשים בדרך שהיה מעורב בתאונה, לא התבונן בכיוון הנכון שממנו הופיע גורם סיכון פתאומי, או שמבטו נחסם על ידי מכשול, כמו רכב שמסתיר הולך רגל למשל, או שסנוור רגעי מנע ממנו לזהות את אור הרמזור. במקרה השני, התרחש תהליך מורכב יותר, כאשר כיוון המבט היה נכון אך המידע הראייתי לא נקלט ולא עבר עיבוד מוחי. אולי קליטת הפריט הרלוונטי אכן התרחשה אך המידע לא הגיע לתודעה ולא נעשה בו שימוש כדי להסביר את התופעה, עלתה ההשערה שהמידע הרלוונטי מופיע בציר הראייה במשך זמן מסוים שבו העין "עיוורת" לא בשל פגם פיזיולוגי, אלא שבאותו רגע מוצפת התודעה בדימויים מהזיכרון, תמונות או מחשבות שאינן קשורות לאירוע העכשווי, ויוצרות מעין הסחת דעת פנימית. אפשר לראות בתופעה זו כגירסה קצרת מועד של המעבר התודעתי מביצוע מטלה קוגניטיבית או תפיסתית להרהורים המובילים להתעלמות לעיתים ארוכה, מהנעשה באותו זמן בסביבה המיידית, למרות שהאדם נשאר ער. בנהיגה, תופעה זו יכולה להתבטא בפעילות אוטומטית וברמת ערנות תקינה, כאשר הנהג מתעלם, לפחות במשך פרק זמן קצר, מפריט מידע המופיע בשדה הראייה שלו, ושיש לו משמעות בטיחותית.

במקרים רבים ההתעלמות מתייחסת לא לפריט עצמו אלא לשינוי הרגעי שהתחולל בו, למשל נוכחות הולך רגל שזוהה על המדרכה אך הנהג לא שם לב שלאחר הצפייה הראשונה, ההולך ירד כבר לכביש. לתופעה זו קוראים "עיוורון לשינוי", כלומר מצב המבטא אי-יכולת לזהות שינוי בין שתי תמונות המופיעות זו לאחר זו, בהפרש זמן זעיר. תופעה זו מקבילה אך איננה זה לתהליך דומה של ה"עיוורון הקשבי" שמתרחש במצבים של התמקדות- יתר בנושא מסוים, מה שגורר אי-יכולת לזהות פרטים אחרים שנמצאים בשדה הראייה.

הסבר אפשרי נוסף לתופעה, שיכולה לגרום לסיכון בביצוע מטלות תחת לחץ, כמו נהיגה, מתקשר לתהליכי הרטט הראייתי, שהוא סוג של פעילות בלתי רצונית של העין, הנעה לצדדים גם בעת שהצופה מכוון את מבטו בכיוון מסוים. רטט זה (saccade) עלול להסיט את המבט בדיוק בזמן השינוי בהופעת הפריט הרלוונטי, אך השינוי לא ייקלט בתודעה כיוון שצופה איננו זוכר את האירוע הקודם בכל פרטיו. בכך לא יזהה הצופה כי משהו השתנה בנוף שבו הוא מתבונן, ולכן החלטותיו בנהיגה או בהליכה ברחוב, עלולות להיות שגויות. דוגמה למצב זה היא צפייה ראשונה במראה שמספקת לנהג מידע על נוכחות רכב מאחוריו, אך הצפייה השנייה לאחר פרק זמן של "עיוורון", לא מגלה לו שמידות הרכב הנשקף במראה גדלו, מה שצריך להתפרש כהתקרבות או אפילו כשלב עקיפה. ברור שהיעדר זיהוי התופעה על ידי אותו נהג עלול לגרום לו לבצע פעולה מסוכנת או להימנע מפעולה נחוצה.

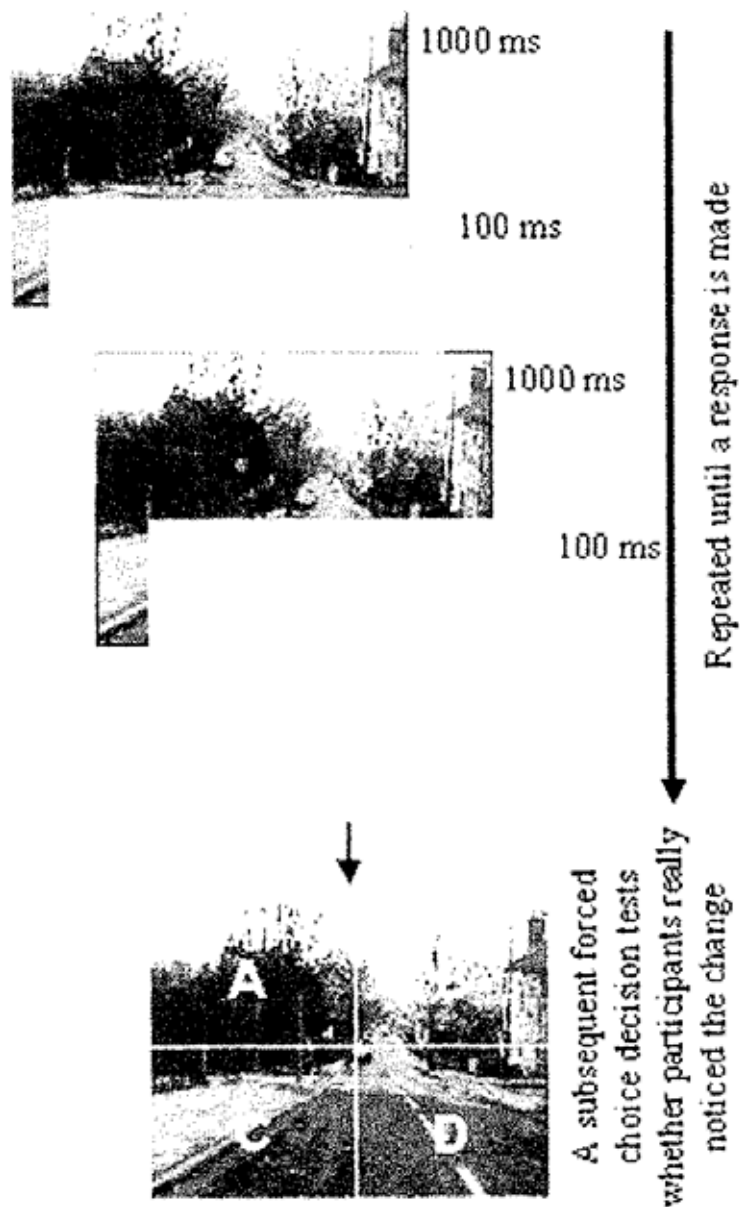


מחקר שנעשה בנושא זה בכריטיניה מתבסס על ההשערות הבאות:

- גורם ראשון במעלה המשפיע על תופעת העיוורון לשינוי, הוא מיקום האירוע: ככל שהשינוי מתרחש הרחק מנקודת ההתמקדות המרכזית של המבט, סבירות הזיהוי שלו עולה. תכונה זו קשורה ליכולת המוגבלת של הראייה המרכזית לזהות תנועות, לעומת אזור הרשתית ההיקפית.
- הניסיון בנהיגה משפר את יכולת הזיהוי, אך בגלל התנסויות קודמות, מצמצם הנהג המנוסה את מאמציו בסקירת אותם חלקים של שדה הראייה שבהם פחות כדאי להשקיע משאבי קשב וסומך יותר על הראייה ההיקפית שלו לקליטת מידע נדיר.
- מטלת הנהיגה מערבת מיון קוגניטיבי של הפריטים הנצפים, כך שפריטים מוזרים או נדירים גורמים ליותר תשומת לב, לצפייה ארוכה יותר והם נזכרים טוב יותר לאחר הופעתם.

## 2. שיטת המחקר:

מתבצע ניסוי מעבדה בהשתתפות שתי קבוצות: 14 נהגים עם ותק ממוצע של 70 חודשים ו-15 צעירים בגיל ממוצע 20, ללא רישיון נהיגה. בתוך כל קבוצה, הנבדקים מסודרים בזוגות כך שאחד מהם ישמש כ"נהג" והשני יתפקד בניסוי כ"נוסע". כולם נחשפים לסדרת צילומי דרך, באופן כזה שהתמונה מופיעה פעמיים, בהפרש זמן של  $100\text{ms}$  כאשר בפעם השנייה, מוסף או נגרע פריט מסוים, כגון תמרור (פריט רלוונטי לנהיגה) או חלון בקיר בית (פריט בלתי רלוונטי). התמונות נבחרו מתוך מאגר צילומי דרכים עירוניות ובין עירוניות שנלקחו מנקודת מבט של נהג ברכב קל בהתקרבות לצומת. כל תמונה מוצגת במשך שנייה, הנבדקים נשאלים על זיהוי הפריט הנוסף או החסר, ואם הם מצהירים שראו אותו, מוצגת התמונה שוב, בחלוקה למסגרות כדי להגדיר אזור שבו לדעתו של הצופה חל שינוי בפריט זה או אחר. מבנה הניסוי מתוכנן כדי לבדוק את משתני "הניסיון בנהיגה", משתנה "המשמעות התחבורתית" ומשתנה המיקום המרכזי או ההיקפי שמוגדר כמיקום בתוך 50% משטח התמונה במרכזתה כאשר 25% משטחה בצד שמאל ו- 25% משטחה בצד ימין, מוגדרים כמיקום היקפי של הפריט שיש לזהות. הצופה יושב מול מסך מחשב ומגיב בלחיצה על מקש מקלדת כשהוא מזהה את השינוי בין שתי התמונות. תהליך הניסוי מודגם באיור הבא:



איור 1. הצגת התמונה פעמיים ולאחר מכן הצגתה שוב עם הגדרת אזורים לקביעת מיקום פריט שנוסף או נגרע מהתמונה הראשונה

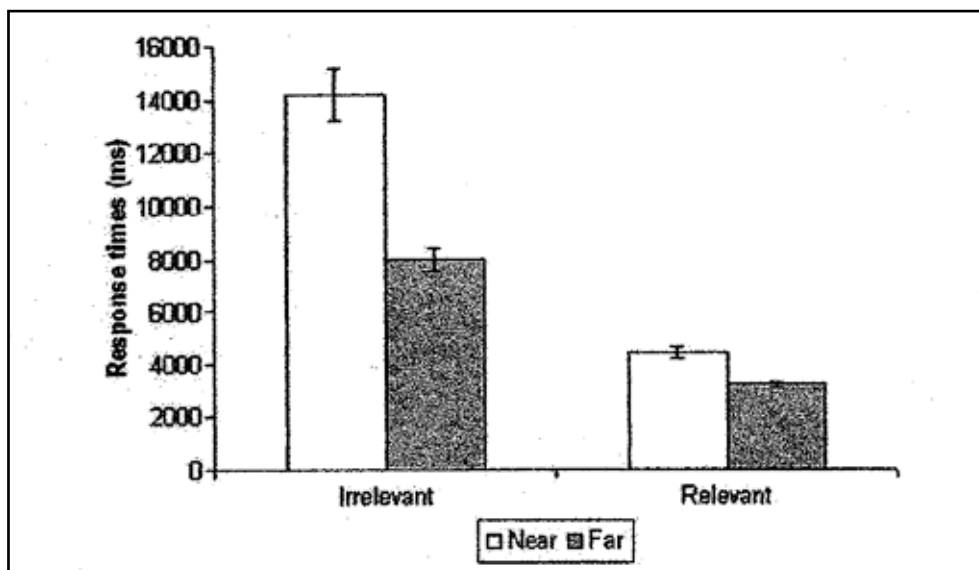
בסך הכול, מוצגים 40 זוגות של תמונות ובהן פריט משתנה. ההשערה המחקרית הנבדקת היא אם כן שתופעת העיוורון לשינוי מושפעת ממיקום הפריט המשתנה ומניסיון הנהיגה, שמפתח נטייה לסקירה סלקטיבית אצל נהג מנוסה. בנוסף, נבדקת ההשערה שיכולת הזיהוי מושפעת ממידת הרלוונטיות של הפריט המשתנה למטלת הנהיגה.



### 3. ממצאים:

תוצאות הניסוי העיקריות הן:

- ההסתברות לזיהוי פריט משתנה, תלויה במיקומו בתמונה: פריטים בחלק היקפי של התמונה, מזוהים יותר מהר מאשר פריטים הנמצאים במרכזה.
- פריטים בעלי משמעות לנהיגה כמו תמרור, רמזור או הולך רגל, מזוהים מהר יותר מפריטים חסרי משמעות תחבורתית.
- שיעורי הטעויות בזיהוי השינויים גבוהים יותר כשהפריט נמצא במרכז התמונה וכשהוא איננו רלוונטי למטלת הנהג, בהשוואה לפריטים המופיעים בחלק היקפי של התמונה. הגרף הבא ממחיש את ההבדל בזמני התגובה לפי משתנה הרלוונטיות ולפי המיקום ביחס למרכז התמונה (קרוב near, רחוק far):



איור 2. זמני התגובה הממוצעים של הנבדקים לזיהוי פריט משתנה, לפי מיקומו ביחס למרכז התמונה ולפי מידת הרלוונטיות שלו לנהיגה



#### 4. סיכום ומסקנות:

הממצאים תומכים בהשערת ה"עיוורון לשינוי" ומצביעים על חשיבות שני גורמי יסוד בהתחוללות התופעה:

משמעות הפריט הנוסף או החסר מנקודת המבט של הצופה: כמתואר בגרף, פריט רלוונטי הנמצא בחלק ההיקפי של התמונה, מזהה מהר יותר, לעומת פריט שאיננו רלוונטי.

- היעלמות תמרור או הופעת הולך רגל או מכונית, מזהים בממוצע ב-4.5 שניות כאשר הם מופיעים במרכז התמונה, וב-3.2 שניות כשהפריט הרלוונטי מופיע בחלק ההיקפי של התמונה. זיהוי שינויים נעשה בצורה יעילה יותר בחלק ההיקפי של הרשתית בגלל הנטייה לסריקה בעיקר בציר האופקי, ומעט יותר בציר הראייה האנכי. בנוסף, יש לזכור שהחלק ההיקפי של הרשתית עשיר יותר מהמרכז בתאי ראייה מסוג הקנים (rods) הרגישים יותר לשינוי עוצמת האור מאשר החרוטים (cones).
- יש לקחת בחשבון שהנבדקים משתמשים בניסוי באסטרטגיה ראייתית שונה במקצת מתהליך הראייה בתנועה, כיוון שמדובר בניסוי סטטי. במציאות התחבורתית, התמונות משתנות ברצף בלתי פוסק. בתמונות המוצגות יש יותר מוטיבציה לסרוק את השוליים מאשר את הציר המרכזי מפני שפרטים רבים כמו כלי רכב חונים, צמחייה ובניינים, יוצרים הסוואה שמאחוריה יכול לצוץ הולך רגל או רוכב אופניים. יש אם כן היגיון בצפייה ממוקדת בשולי התמונה.
- ההשערה שניסיון הנהיגה מעצב את סגנון הצפייה לא אוששה בניסוי ולא נמצאו הבדלים משמעותיים בין קבוצת הנהיגים לקבוצת הביקורת. יש אמנם לציין שהנהיגים היו צעירים ובעלי ותק מועט וכנראה ללא ניסיון מספיק גדול בנהיגה כדי לפתח הרגלי צפייה שונים. עם זאת, סביר להניח שנהיגים לומדים מתוך ניסיון שלא רצוי להתמקד בפריט מסוים אפילו אם הוא בעל משמעות לנהיגה, אלא שרצוי להסיט את המבט ולבצע סריקות לימין ולשמאל ללא הרף כדי לא להחמיץ מידע רלוונטי המופיע בתוך שדה הראייה. בכך מעצים הנהג את הרטט הטבעי, אך בכך הוא גם נתון לסיכון ה"עיוורון לשינוי" כששינוי מתחולל כאשר המבט של הנהג סטה לכיוון אחר. כשהוא חוזר לאותו פריט, לא תמיד קיים עוד בזיכרון מעמדו הקודם של אותו פריט ולפיכך עלול הנהג שלא לזהות שינוי.
- המחקר בנושא ה"עיוורון לשינוי" פותח ערוץ מחקרי חדשני בתחום מגבלות הראייה בנהיגה (וגם בתחומי פעילות אחרת) שיש לו פוטנציאל לזיהוי מקור להתעלמות מידע חיוני שהכרת תכונותיו תוכל בעתיד להגדיר פתרונות בתחום הנדסת אנוש, ההדרכה והמיון.



## רשימת המאמרים

1. כיצד אנשים אחרים משפיעים על המהירות שלך

Fleiter J.J. et al. (2010): How do other people influence your driving speed?  
Transportation Research Part F 13, 49 – 62.

2. הדרכת צוות נהג - נוסע כאמצעי לשיפור בטיחותם של נהגים צעירים

Lenne M.G. et al. (2011): Minimising risks and distractions for young drivers and their passengers: an evaluation of a novel driver – passenger training program.  
Transportation Research Part F, 447 – 455.

3. האם רכב היברידי מסוכן יותר להולכי רגל ולרוכבי אופניים?

NHTSA (2009): incidence of pedestrian and bicyclist crashes by hybrid electric passenger vehicles. DOT HS 811204, USA.

4. עומס תפיסתי ומצמוצי עין הנהג

Benedetto S. et al. (2011): Driver workload and eye blink duration.  
Transportation Research Part F, 199 – 208.

5. צמצום עימותי רכב - אופניים בצומת כביש - מסלול רכיבה

Phillips R. et al. (2011): reduction in car–bicycle conflict at a road–cycle path intersection. Transportation Research Part F, pp. 87 – 95.

6. תופעת ה"עיוורון לשינוי" והשלכותיה לנהיגה

Galpin A. et al. (2009): Change blindness in driving scenes.  
Transportation Research Part F, 179 – 185.