



## פתח דבר

שלום רב,

לפניכם הגיליון השני של חוברת כיוונים חדשים במהדורתה החדשה. חוברת זו היא המשכו של מפעל ותיק שהחל בו המכון לחקר התחבורה בטכניון וכעת הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים מובילה אותו.

כבכל גיליון החוברת מכילה סיכומים של מבוחר מאמרים שיש בהם עניין לקורא הישראלי הן בשל חדשנותם והן בשל הרלוונטיות שלהם לבטיחות בדרכים בישראל. הפעם בחרנו בעזרתו של עורך ומתרגם הפרסום ד"ר דן מוקוואס להציג מספר נושאים המאירים קשת מגוונת של מחקרים.

המאמר הראשון, של Lewis ושות', מתמקד בנושא שאיתו מתמודדים גופים רבים העוסקים בהעברת מסרי בטיחות במסעות ההסברה שלהם. המאמר בודק את הקשר בין סוגי המסרים (בין אם שליליים ובין אם חיוביים) ודרכי העברתם ובין השפעתם של המסרים בקרב אוכלוסיות שונות.

המאמר השני מתמקד בקבוצת סיכון גבוה בארץ ובעולם: הנהג הצעיר. במחקרם של פראטו, טולדו, לוטן וטאוּבמן בן-ארי "מאפייני נהיגה של נהגים מתחילים בשנת הרישיון הראשונה" בחנו החוקרים את סגנון הנהיגה של נהגים צעירים ומלוויהם בישראל באמצעות מערכת העוקבת אחר דרכי נסיעתם ומאפשרת זיהוי מאפייני סיכון.

לקראת הטמעת פרויקט האכיפה האלקטרונית- אוטומטית (באמצעות מצלמות דיגיטליות) בישראל ("א-3") מובא כאן מאמר של Erke A. בנושא אפקטיביות של מצלמות רמזור. המאמר הבא אחריו נכתב על ידי Elmitiny N ודן בהחלטה שעימה מתמודדים נהגים מדי יום האם לעבור או לעצור ברמזור בעת הופעת האור הצהוב.

למרות שאנו בעיצומו של החופש הגדול מצאנו לנכון לכלול גם את המחקר בנושא "הדרכת ילדים לחציית הרחוב בשלב הטרם בית-ספרי" שנכתב על ידי החוקרים Albert R, Dolgin K. ובוחן את יעילותן של שלוש גישות חינוכיות במסגרת לימודי חציית רחוב על ידי ילדים בגיל גן חובה בארה"ב.

המאמר האחרון "הקשר בין עייפות בנהיגה ובין הגבלות בזמני העבודה של נהגים מקצועיים" שנכתב על ידי החוקרים האנגלים Parkes A.M., Gillan W., Cynk S, עוסק בנושא שגם הוא אקטואלי לנהגים בכבישי ישראל ונמצא היום בתהליכי חקיקה בכנסת.

נשמח לקבל באמצעות הדואל [infocenter@rsa.org.il](mailto:infocenter@rsa.org.il) תגובות והצעות לנושאים לפרסומים הבאים.

אנו מאחלים לכם קריאה מהנה ומרחיבת אופקים.

בברכה,  
  
דוד שנינר  
המדען הראשי





## תוכן עניינים

4	1. מסרים חיוביים בהסברה למען הבטיחות
8	2. מאפייני נהיגה של נהגים מתחילים בשנת הרישיון הראשונה
10	3. מה התרומה האמיתית לבטיחות של מצלמות רמזור
13	4. ההחלטה לעבור או לעצור ברמזור בעת הופעת האור הצהוב
18	5. הדרכת ילדים לחציית הרחוב בשלב הטרם בית-ספרי
22	6. הקשר בין עייפות בנהיגה ובין הגבלות בזמני העבודה של נהגים מקצועיים



## מסרים חיוביים בהסברה למען הבטיחות

Lewis I., Watson B., White K.M. (2008): an examination of message-relevant affect in road safety messages: should road safety advertisements aim to make us feel good or bad? *Transportation Research Part F*, 11, 403 – 417.

### 1. מבוא:

בסרטי תעמולה והסברה למען הבטיחות, ניתן מקום רב ליצירת רגשות בקרב הצופים, במטרה להניע אותם לאמץ התנהגויות רצויות ולהימנע מפעולות רוויות סיכונים. התהליך התקשורתי בנוי בצורה שמסרים מעוררי רגשות גורמים לשינוי עמדות לגבי נושא מסוים כתשובה ישירה לאחר קבלת המסר, ולא מסתפקים רק בהשגת מצב רוח עמום ולא ממוקד שיכול להתפתח לאורך זמן ללא סיבה מודעת ברורה. הטכניקות השונות של עיצוב מסרי הסברה בתקשורת ההמונים, משתמשות תמיד במידה זו או אחרת בפנייה לריגוש ובמיוחד לריגוש "שליילי" כלומר זה המורכב מחרדה ומועקה. הרגשות שסרט התעמולה מעורר יכולים להיות גם חיוביים, כאשר למשל ההסברה מתמקדת בהיבט ההומוריסטי של האירוע ולא בהיבטיו הדרמטיים והמפחידים. המחקרים הרבים בתחום זה עוד לא מאפשרים לקבוע עמדה ברורה לגבי יעילות המסר השליילי לעומת המסר החיובי, ונמצא שקיים גורם מתווך משמעותי בתהליך השכנוע, והוא מידת המעורבות הרגשית של האדם שאליו מופנה המסר. אחד המודלים התיאורטיים של תהליך ההשפעה גורס, כי העמדה של הצופה או המאזין למסר ההסברתי, מושפעת ברמה יותר קוגניטיבית, כאשר למקבל המסר יש מניעים חזקים ביחס לנושא המוצג לפניו, וברמה פשטנית יותר, כאשר המניעים שלו נמצאים בעוצמה נמוכה. במצב זה, יעילות השכנוע תלויה פחות בטיעונים משכנעים במסגרת הניתוח הקוגניטיבי אלא יותר בשל גורמים משניים כמו כמות גדולה של טיעונים חלשים לעומת מספר קטן של טיעונים האיכות גבוהה. במילים אחרות, כאשר למקבל המסר יש מעט מניעים לקבל אותו ולהשתכנע, הגורם הכמותי מנטרל את הגורם האיכותי.

כשיש לצופה במסר ההסברתי מניעים חזקים, כמו לאדם בעל מעורבות רגשית גבוהה לנושא (מעורבות קודמת בתאונה למשל), הוא מנתח את המסר ובוחן אותו יותר ברמה הלוגית מאשר אדם שיש לו פחות מעורבות באותו נושא. אדם זה מייחס יותר חשיבות לרגשות שהמסר מעורר מאשר למחשבות על איכות הטיעונים שהוא מציג. ההסכמה למסר ההסברתי במקרה זה תושפע כנראה בהתאם למשוואה: מסר חיובי יוצר רגש חיובי ומסר שליילי יוצר רגש שליילי.

לגבי צופים או מאזינים בעלי רמת מעורבות רגשית גבוהה, הרי ככל שהרגש הנוצר בצפייה למסר ההסברה תואם לציפיות שלהם, כך שעמדתם לגבי המסר תהיה יותר חיובית. כך אנשים בעלי רמת מעורבות גבוהה לנושאי בטיחות, מצפים שחשיפה למסרי בטיחות בדרכים תגרום להם להרגיש רגשות שלייליים, כמו צער, חרדה ומועקה. הם מתקשים להזדהות עם רגשות חיוביים בנסיבות אלו מכיוון שבאופן מסורתי, הסברה לבטיחות חייבת לכלול תכנים רציניים, מפחידים ועצובים. הופעה של רגשות חיוביים כמו צחוק, הקלה וירידת מתח היא בלתי צפויה ונמצאת אפילו בסתירה לוגית (דיסוננטיות) למקובל ולמה שראוי לחוש בנסיבות אלו. אוכלוסיה זו של בעלי מעורבות גבוהה, משתכנעת אם כן יותר בקלות על ידי מסרי הסברה שלייליים.

השימוש במסרי בטיחות שלייליים (מעוררי חרדה) שכיח יותר מאשר השימוש בסגנון חיובי למרות שהוכחת תועלתם אינה ברורה. אמנם נמצא במספר מחקרים שיש מתאם סטטיסטי חיובי אך נמוך, בין עוצמת ההפחדה לרמת השכנוע של מקבל המסר. עם זאת, הרמה הנמוכה של המתאם מצביעה על מעורבות של גורמים נוספים, וביניהם נמצא בהרבה מחקרים גורם "יעילות התגובה" (*response efficacy*), שמוגדר כמידת הערך המעשי של ההמלצות או העצות המעשיות הניתנות במסר ההסברתי, לאחר שלב הריגוש שמטרתו לעורר ולעניין את הצופה.



שימוש במסר חיובי, בעיקר בצורת הסברה הומוריסטית נעשה פחות, ומוכר בעיקר בתחום ההסברה למען הבריאות: שימוש במשקפי שמש, באמצעי מניעה למאבק באיידס וכו'. גישה זו הוכיחה אפילו בנושאים בעלי משמעות קיומית אך נטען כנגדה שמקבלי המסר אמנם מציגים בעקבות החשיפה להסברה הומוריסטית עמדות חיוביות, אך הן קצרות מועד ונשכחות מהר יותר מאשר מסרים בעלי קונטציה שלילית.

## 2. תיאור המחקר:

### 2.1 מטרת המחקר:

הנושא המרכזי במחקר הוא השוואת הגישה יוצרת החרדה באמצעי הסברה למען הבטיחות, לגישה ההומוריסטית. מתבצעת השוואה של ארבע גרסאות שונות לסרטי הסברה בנושא שתייה ונהיגה. במשולב עם שאלת הרגשות שההסברה מנסה לעורר, נבדקים במחקר שני גורמים אחרים: הגורם המגדרי (תגובות שונות אצל נשים וגברים), והשפעת המידע המעשי שניתן במסר ההסברתי על פעולות אפשריות מניעת התאונה.

### 2.2 השערות:

על סמך שיקולים תיאורטיים ומחקרים קודמים, נבדקו במחקר הנוכחי תמהילים של מסרי בטיחות המוצגים בצורה חיובית או שלילית לצופים המסווגים כמעורבים רגשית בצורה גבוהה או נמוכה, בהנחה שהמעורבות, כפי שהוסבר לעיל, משפיעה על הצורה שבה הצופה מגיב על מסרי הסברה. מכאן הצירופים הבאים:

- א. בעלי מעורבות נמוכה יגיבו בצורה חיובית יותר למסרים חיוביים בשלב המידי לחשיפה אך עמדתם תתחלש לאורך זמן
- ב. בקרב אנשים המפגינים מעורבות רגשית נמוכה, לא ימצא הבדל לאורך זמן, בין מסרים חיוביים ושליליים
- ג. בעלי מעורבות רגשית גבוהה יגיבו בעוצמה גדולה יותר למסרי בטיחות שליליים בשלב המידי של החשיפה
- ד. נשים וגברים מגיבים בצורה שונה למסרי בטיחות

### 2.3 מבנה המחקר:

מדגם של 201 נהגים השתתפו בצפייה בסרטי הסברה בנושא שתייה ונהיגה. נבדקו ארבע גרסאות למסר הבטיחותי:

- א. סרט שבו מופיעות כוסות בירה לפני שמשות רכב בתנועה וגורמות לטשטוש שדה הראייה ולתאונה קטלנית. המסר הוא שלילי ואיננו מתמקד במניעה (יעילות תגובה נמוכה)
- ב. סרט שבו זוג צעיר משתתף במסיבה והבחור שותה אלכוהול, יוצא לנהיגה והנוסעת נהרגת. אביה של הבחורה חווה החזרי זיכרון ומתייסר על של א מנע את התאונה. גם פה יעילות התגובה מסוגת כנמוכה והמסר שלילי.
- ג. סרט המציג חברים שותים אלכוהול כבר ושרים להנאתם, כלי התייחסות לנהיגה. המסר הוא שאפשר ליהנות ללא נטילת סיכונים, כלומר הוא חיובי, אך אין לו יעילות תגובה גבוהה, כך שהמסר המעשי נשאר עמום.
- ד. סרט שמתנהל בו שיח בין נהג מונית ונוסע לאחר שתייה והמדגיש את היתרון בתחבורה ציבורית לאדם שאינו כשיר לנהיגה. המסר חיובי, ומוגדר כבעל יעילות גבוהה (מסר מעשי ברור: אם שותים, מוותרים על הנהיגה ונוסעים במונית).



כל צופה נחשף לשני סרטים בצורה שכל הסרטים מוצגים בצורה מאוזנת המנטרלת השפעות סדר החשיפה, והצופים עונים לסדרת שאלוני הערכה. הם מביעים עמדות וכוונות בעזרת סולמות הסכמה לגבי מידת ההסכמה למסר והערכת תועלתו. כמו כן, נמדדת גם תגובתם הרגשית לחשיפה לסרטים.

את השאלונים ממלאים הנבדקים מיד לאחר החשיפה ושוב מאוחר יותר, שבועיים שלושה לאחר הצגת סרטוני ההסברה, כדי לאפשר הערכת יציבות השינוי בעמדותיהם.

### 3. ממצאים:

התוצאות מאששות את ההשערה שהמצב הנפשי של הצופה, המתבטא במידת המעורבות שלו בנושא המוסבר, משפיע על העדפה של מסר שלילי או חיובי. אלו המפגינים מעורבות גבוהה (כלומר רגישים לנושא השיכרות בנהיגה), מעריכים שמסר שלילי (עם קונוטציה מאיימת), עדיף על מסר המוצג בסגנון חיובי (במקרה הנוכחי: הומוריסטי), אך רק אם "יעילות התגובה", כלומר התוכן המעשי שהמסר צריך להעביר, היא בעלת ערך. כאשר ההמלצות נשארות ברמה פשטנית או מעורפלת מדי, עדיפות זו פחות חד-משמעית. העדפה זו קיבלה את ההסבר התיאורטי שלפיו אנשים הנחשפים להסברה בתחום הבטיחות בדרכים, כמו באופן כללי, בנושאי בריאות, מצפים לצפות ולהאזין לדברים לא נעימים, המכילים היבטים של הפחדה, איום, סיכון ומוות. צפייה במסר חיובי גוררת תחושות הקלה, אך גם תחושות הנמצאות בסתירה עם הציפיות. מצב זה של "דיסוננס קוגניטיבי" מגביר את התחושה שהמסר פחות משכנע כשהוא מוצג בצורה "חיובית", כלומר קלילה או שאינה מספיק רצינית ואינה מתאימה לנושא כה רציני.

נמצאו הבדלים מגדריים ברורים: גברים ברמת מעורבות רגשית נמוכה, וכאשר למסר יש תועלת יישומית נמוכה, מעדיפים מסר שלילי, בהצהרת הכוונות שלהם בנהיגה עתידית. באותם תנאים לעומת זאת, הנשים שמגיבות כך הן בעלות רמת מעורבות גבוהה.

באופן כללי, המסרים השליליים משיגים תגובות חדות יותר בהצהרת הכוונות ובשינוי העמדות לאחר החשיפה, בהשוואה למסרים חיוביים, אך תוצאה זו מתקבלת רק בשלב המייד שלאחר הניסוי. עם זאת, המסר השלילי (הפחדה, עצבות) לא יכול לשכנע אלא רק אם הוא משולב עם תוכן מעשי ועם הוראות פעולה מונעת. בהיעדר תכנים אלו, הצופה נשאר עם רגשות שליליים ללא שכנוע אמיתי.

גברים עם רמת מעורבות גבוהה נמצאו כבעלי זיכרון טוב יותר, בשלב מאוחר אחרי הניסוי, של המסר החיובי ונמצא גם בסקר שבוצע זמן מה אחרי הניסוי בקרב הנבדקים, שהמסר החיובי הוביל לשינוי בהתנהגות המוצהרת של אותם נבדקים. כלומר, הם דיווחו על נטייה מוגברת להימנע מנהיגה לאחר שתיית אלכוהול. למרות שמדובר רק בדיווח עצמי, שמהימנותו צנועה, מדובר בנתון שהנבדקים סיפקו בצורה חופשית, ובנוסף, הממצא התקבל רק באותה קבוצה ולא בקרב נבדקים שנחשפו למסרים שליליים. זהו אם כן ממצא שאיננו זניח בין הנתונים האחרים והוא מרמז על תופעה שיש לחקור בצורה יותר רחבה.

עוד הבדל מגדרי קשור לנטייה של אנשים לייחס התנהגות או כוונות לאדם אחר כאשר הן מתאימות גם לעצמם: גברים נוטים יותר מנשים לייחס את השפעת מסרי ההסברה לאחרים ולא לעצמם, כאשר המסר הוא שלילי. הם נוטים אם כן לראות את האיום שמכיל המסר כמיועד לאנשים אחרים ולא לעצמם ("אני נהג מנוסה ושותה במשורה לא כמו הצעירים..."). במילים אחרות, הם נוטים לבצע "השלכה" של האיום ולא להפנים שהסיכון הוא שלהם. התופעה פחות בוטה בקרב הנשים.



#### 4. סיכום:

המחקר מצביע על מספר מגמות עיקריות בתהליך השכנוע שנעשה בעזרת סרטי הסברה למען הבטיחות:

- א. גברים ונשים מגיבים בצורה שונה למסרי בטיחות, ובעיקר בהיבט הייחוס התנהגויות וכוונות לא מחמיאות, לאנשים אחרים
- ב. מסרים שליליים מקבלים תגובות חדות יותר בשלב המידי שלאחר החשיפה, אך מסרים חיוביים נזכרים לאורך זמן ארוך יותר
- ג. אנשים משתכנעים ממסרי בטיחות לא רק בהיבט של הצד החיובי או השלילי של המסר (סוג הריגוש הנוצר מהצפייה), אלא גם לפי רמת המעורבות הרגשית שיש להם לפני החשיפה למסרי בטיחות.
- ד. מסרים מעוררי ריגוש, חיובי או שלילי, משפיעים טוב יותר אם הם מלווים במסרים אופרטיביים מעשיים ולא מסתפקים בהצהרות כלליות לגבי הזהירות והמתינות.
- ה. המחקר המתואר לעיל בדק שני סגנונות רגשיים במסרי בטיחות, איום מול הומור אך הוא מעודד בדיקה רחבה יותר של קשת הרגשות שאפשר לפתח בעת הצגת מסרי הסברה, אשר נוכחותם תומכת בתהליכי השכנוע.



## מאפייני נהיגה של נהגים מתחילים בשנת הרישיון הראשונה

Prato C.G., Toledo T., Lotan T., Taubman Ben Ari O. (2010): modeling the behavior of novice drivers during the first year after licensure. *Accident Analysis & Prevention* 42, 480 – 486.

### 1. מבוא:

בעיית מעורבות היתר בתאונות של נהגים צעירים ומתחילים, במיוחד בשנת הנהיגה הראשונה שלהם, מחייבת הגדרת מדיניות מיוחדת להדרכה ולאכיפה. במדינות רבות, מתבצעת ההתמודדות לבעיה זו דרך תהליך הרישיון המדורג (GDL). מטרת תהליך זה היא לאפשר לנהג המתחיל לצבור ניסיון בנהיגה בתנאי בטיחות גבוהים יחסית לתנאי הנהיגה שלו ללא מגבלות ואחת הדרכים המקובלות ביותר הן באירופה והן גם בצפון אמריקה, היא הנהיגה בליווי. בשיטה זו, מורשה הנהג המתחיל או הלומד, לנהוג רק בנוכחות אדם מבוגר יותר ובעל ותק מוגדר בנהיגה, למשל 5 שנות רישיון. בניגוד לרוב המדינות שבהן מיושם עיקרון הליווי בשלב הלמידה ולפני קבלת הרישיון, הוחלט בשנת 2000 בישראל להנהיג את השיטה לאחר העמידה במבחן הנהיגה המעשי ולחייב את הנהג המתחיל בליווי בחודשיים הראשונים. תקופה זו הווארכה לאחר שנתיים לשלושה חודשים. השאלה המחקרית שעלתה בעקבות יישום שיטת הליווי בישראל, הייתה אם הליווי אכן משפר את התנהגותו של הנהג המתחיל והאם הוא תורם לבטיחותו. נתוני התאונות של אותם מתחילים בתקופת הליווי אכן הראו מעורבות נמוכה אך לא ידוע אם הדבר נובע מההשפעה החיובית של המלווה, ממאפייני הנסיעה של הנהג הצעיר או מהפחתת כמות הנסיעות של נהג שחייב למצוא לו מלווה, שלא תמיד יכול להיות זמין.

המחקר הנוכחי בוצע בישראל בצורה חדשנית על ידי ציוד רכב שבו משתמש נהג מתחיל, במערכת ניטור ומעקב אלקטרונית, הרושמת נתוני נהיגה ונסיעה כמו מהירויות, תנועת הגה, בלימות, תאוצות ותאוצות, ומידע כמותי נוסף המאפשר זיהוי מאפייני סיכון.

### 2. תיאור המחקר:

החוקרים יצרו קשר עם 62 משפחות של נהג שזה עתה קיבל את רישיון הנהיגה, ואלו הסכימו שתורכב ברכבם מערכת המעקב. הנתונים משודרים בזמן אמיתי למרכז מידע ומנותחים לפי מודל מתמטי המגדיר 20 תמרוני נהיגה משמעותיים. בכל נסיעה נוצר אם כן מסמך המגדיר מגמות ואפיוני נהיגה של כל נהג בנפרד, אשר יכול לקבל את המידע על צורת נהיגתו באינטרנט במסגרת של משוב פדגוגי. המחקר נמשך שנה וכולל נתונים מתקופת הליווי ומתקופת הנהיגה "סולו" עד סוף השנה הראשונה.

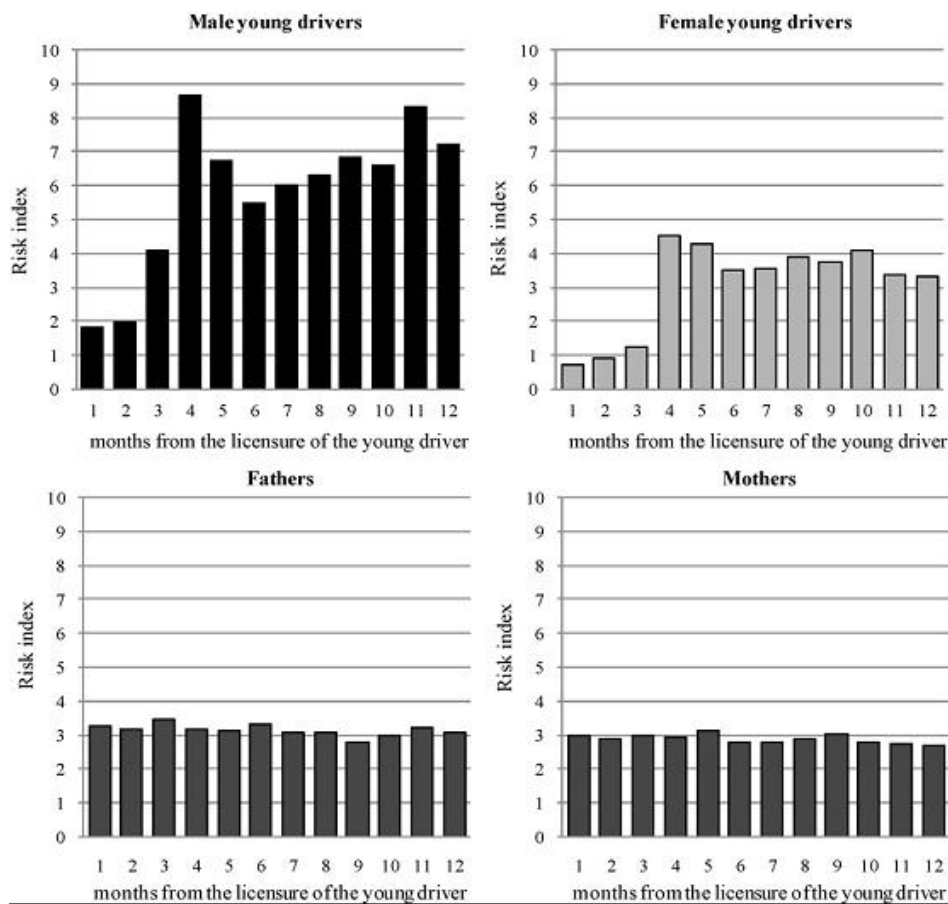
בנוסף לאיסוף נתוני נהיגה, עוברים הנהגים והוריהם מבחן אישיות המבוסס על מבחן חיפוש הריגושים, בסולמות הרלוונטיים להתנהגות מסוכנת (סולמות "פחד מושך" ו"הרפתקנות").

### 3. תוצאות:

ממצאי נהיגה של 36 בנים ו-26 בנות בשנת הנהיגה הראשונה שלהם נאספו ועברו ניתוח מתמטי-סטטיסטי להגדרת מגמות ומאפיינים. בסך הכול מסכמים הממצאים 8000 שעות נהיגה ו-41,000 פריטי התנהגות של נהגים אלו, ובנוסף נאגר מידע על הוריהם שנהגו באותו רכב בהיקף של 10,000 שעות ו-30,000 פריטי מידע.



ממצא משמעותי ראשון הוא הפער בין בנים לבנות: הבנים נוהגים בממוצע 34.4 שעות בשלושת חודשי הליווי לעומת 15.8 שעות אצל הבנות. כלילה נהגו הבנים 2.1 שעות בחודש בממוצע לעומת 1.1 שעות בקרב הבנות. לכל נהג חושב מתוך כלל הנתונים מדד סיכון המביא בחשבון את ביצועיו, את זמני הנסיעות שלו ואת ממצאי מבחן האישיות שהוא עבר. בקרב הבנים, המדד גבוה יותר בממוצע בהשוואה לבנות, במיוחד לאחר תקופת הליווי (החודש הרביעי ואילך), ומדד הסיכון של כל הבנים המתחילים גבוה בהרבה ממדד זה שנקבע להורים, לעומת פער יותר מתון לגבי הבנות, כנראה בציור שלהלן:



ציור 1. מדד הסיכון של הבנים (גרף שמאלי) ושל הבנות (גרף ימני) בהשוואה להוריהם (אבות מול בנים ואמהות מול בנות) במשך 3 חודשי הליווי ובמשך 9 חודשי נהיגת "סולו" בשנת הרישיון הראשונה.

#### 4. מסקנות:

הניסוי מזהה תופעה מוכרת של פער ברמות הסיכון של בנים מול בנות, ונמצא כי אחרי שלב הליווי, מדד הסיכון של הבנים כפול מזה של ההורים לעומת פער צנוע בהרבה בין הבנות להורים, כנראה בציור.

ממצא נוסף של המחקר הוא המתאם הסטטיסטי המשמעותי בין מדד סיכון גבוה של ההורים למדד הסיכון הגבוה של הבן או הבת. כלומר מדובר בהעברת הרגלים ומאפייני חיים בין-דורית שההורים לא מודעים לקיומה והמשיפיעה אם כן גם על הבטיחות. עם זאת, החוקרים מדגישים את חשיבות המעקב שההורים צריכים לבצע על התנהגות ילדיהם, בעיקר לאחר שלב הליווי, כדי לצמצם את המגמה לנטילת סיכונים בעת שהנהג הצעיר עובר לשלב הסולו.



## מהי התרומה האמיתית לבטיחות של מצלמות רמזור

Erke A. (2009): red light for red-light cameras? A meta-analysis of the effects of red-light cameras on crashes. *Accident Analysis and Prevention*, 41, 897 – 905.

### 1. מבוא

מצלמות בצמתים מרומזרים מיועדות למניעה של עבריינות האור האדום ושל תאונות הנובעות מחציית הצומת באור אדום. עקרונית, אמצעי זה מצמצם את מספר התאונות מסוג חזית – צד, אשר התחוללותן בצמתים מרומזרים, מלווה בחומרה גבוהה. בדרך כלל, המצלמה מופעלת על ידי חיישנים בתוך המסעה, המזהים רכב בזמן עבירה ומפעילים אותה כך שמתקבל צילום הרכב העברייני עם זמן האירוע, התאריך, מהירות הרכב והזמן שחלף מתחילת המופע האדום עד לרגע הצילום. בדרך כלל, נעשים שני צילומים, הראשון כאשר הרכב חוצה את קו העצירה בצומת והשני כאשר הוא נמצא בתוך הצומת. הממצאים משמשים כראייה בהרשעת הנהג העברייני.

לא מעט מחקרים שנערכו בשנות ה-90 ובתחילת שנות האלפיים מצביעים על הפחתת שיעורי עבריינות הרמזור בצמתים שבהם הוצבו מצלמות, לעתים עד 80%, אך השפעת שיפור זה בעבריינות על התחלולות התאונות לא נמדדה בצורה משכנעת. לעיתים הממצאים חיוביים אך לא מובהקים, ולעתים הם עומדים בסתירה לכאורה עם יעדי הצילום כאשר מתברר שהצבת מצלמות צומת מלווה בעלייה במספר התאונות מסוג חזית – אחור. בנוסף, יש בחלק מהמחקרים בעיות מתודולוגיות לא פתורות: בעיה אחת היא הרגרסיה לממוצע הקשורה לתנודות קיצוניות אך אקראיות במספר התאונות, ואשר חוסר ההתייחסות עליה מובילה להערכת – יתר של האמצעי הבטיחותי הנבדק, ובעיה שנייה היא ההשפעה המורחבת לצמתים אחרים (spillover effects) של האמצעי שהעדר מידע עליה עלול להוביל להערכת – חסר של השיפור הטכנולוגי שבדק המחקר.

קיים מקור נוסף לעיוותים בסטטיסטיקות של תאונות והוא "ההטייה הפרסומית" (publication bias) שלפיו קיימת נטייה בקרב חוקרים שלא לפרסם ממצאי מחקר הסותרים את ההשערות או את הציפיות שלהם. למשל חוקר שמפתח אמצעי טכנולוגי מסוים ובודק את יעילותו, יתאכזב מרה אם הניסוי באותו אמצעי ייכשל. המוטיבציה שלו לפרסם את הממצאים המתארים כישלון קטנה מן הסתם ולפיכך יפורסמו יותר נתונים חיוביים משליליים בספרות המקצועית.

במחקר הנוכחי נעשה ניסיון לסכם בצורת מחקר-על (meta-analysis) את הידוע על השפעת המצלמות על הבטיחות, תוך התחשבות במאפייני התאונות שהמצלמה מצמצמת או מגבירה, וביחסי עלות – תועלת במונחי חומרה של התאונות הללו.

### 2. היווצרות הערכות-יתר בגלל הרגרסיה לממוצע

תופעה סטטיסטית זו מתרחשת כאשר פעולה בטיחותית מתבצעת באתרים שבהם רמת הבטיחות הייתה נמוכה באופן ניכר. מספרים גבוהים במיוחד של תאונות מושפעים מגורמים אקראיים, ולפיכך דווקא באתרים אלו יש לצפות לאורך זמן לירידה במספרים אלו ללא כל מעורבות תכנונית (אכיפה או שינוי הנדסי). מכאן, נקיטה בפעולה בטיחותית לאחר מספר גבוה של אירועי תחבורה שליליים, תלווה בשיפור בטיחותי שבחלקו יכול לנבוע לא מהשינוי התכנוני, אלא מגורמים אקראיים ומפעילי התכנית עלולים להסיק מהתוצאות מסקנות אופטימיות מדי (הערכת-יתר). התופעה השכיחה בעיקר בגלל העובדה שבדרך כלל, נוטים מקבלי ההחלטות להשקיע משאבים לשיפור הבטיחות באתרים מרובי התאונות, דבר הגיוני כשלעצמו אך המגביר את ההסתברות שהממצאים במדידה מסוג "לפני – אחרי" יהיו נגועים בהרגסיה לממוצע. ישנן שיטות סטטיסטיות לבקרה על התופעה אך הן לא תמיד מעשיות בגלל הצורך בבחירה באתרי ניסוי ובקרה



בצורה אקראית ולא לפי דירוגם על פי רמת הסיכון שלהם. ברור שכשמדובר בהשקעות שעלותן גבוהה, מקבלי ההחלטות יהססו להשקיע משאבים ציבוריים באתרים ללא עבר בטיחותי המצדיק את ההשקעה.

### 3. היווצרות הערכת - חסר בגלל השפעת האמצעי על צמתים

#### אחרים:

נמצא שביצוע תהליך בטיחותי (אכיפה מוגברת, התקנת אמצעי הנדסי חדש או פעילות הסברתית) באתר מסוים (צומת או שכונה למשל), גורם לשינוי ברמת הבטיחות לא רק של האתר עצמו, אלא גם של אתרים סמוכים. התקנת מצלמת צומת יכולה בצורה זו להשפיע לטובה על עבריינות הרמזור גם בצמתים הנמצאים בסמוך לצומת המטופל. כנראה שהנהג שעבר קודם לכן בצומת המטופל, מעלה על דעתו שגם בצומת הנוכחי מותקנת אולי מצלמה, וכדאי לו אם כן להיזהר. במספר מחקרים נמצאו אפילו השפעות חיוביות על מספר ומשטר התאונות בצמתים הסמוכים. אך אם אכן האתרים הסמוכים נהנים משיפור בטיחותי שנעשה באתר אחר, העלייה ברמת הבטיחות שלהם תצמצם את הרווח הבטיחותי שהחוקרים מצפים להשיג באתר הניסויי בו מתבצע הטיפול, בגלל השימוש באותם אתרים כאתרי בקרה, כלומר כאתרי השוואה לאתר הניסויי. מכאן הסיכון להערכת-חסר של האמצעי הנבדק.

### 4. שיטת ה"מחקר העל":

בעיקרון יש להשוות את שיעורי הפחתת מספר התאונות בצמתים בהם הוצבו מצלמות, לצמתים שווי ערך (נפחי תנועה, מאפיינים גיאומטריים וכו') שבהם אין מצלמה. המחקרים משלבים נתוני "לפני – אחרי" באתרי ניסוי ובאתרי בקרה. 21 מחקרים על מצלמות צומת, רובם מארה"ב אך גם מאוסטרליה ומסינגפור, סוכמו במחקר הנוכחי, לאחר מיון ובחירה במחקרים המספקים מידע איכותי מספיק כדי לאפשר חישוב מסכם.

### 5. ממצאים:

הנתונים מתייחסים להשפעת מצלמות צומת מרוזר על תאונות מסוג חזית – אחור וחזית – צד. כמו כן הובאו בחשבון נתוני חומרה של אותן תאונות. באופן כללי הם מצביעים על השפעה לא משמעותית של המצלמות על התאונות. אמנם נמצאו הפחתות מובהקות של כלל התאונות (ללא סיווג לפי חומרה), של התאונות הקטלניות ושל התאונות מסוג חזית – צד ללא הגדרת חומרה. אין השפעה על תאונות נזק בלבד, מה שמחזק את ההשערה שהאמצעי משפיע יותר על התאונות החמורות מאשר על התאונות הקלות. יש עלייה משמעותית בתאונות חזית – אחור, תופעה שאפשר להסביר בגידול בכלימות הפתע של רכב המגיע לצומת בעת המופע האדום. בסך הכול, השינויים המסוכמים מכל האתרים במספרי התאונות עם נפגעים, אינם מובהקים (כלומר אינם מייצגים מגמה).

לעומת הממצאים החיוביים שלפיהם יש השפעה למצלמות על מספר וחומרת התאונות, הרי שחישוב שני הגורמים הנלווים ממתן אותם ולאחר קיזוז השפעות אלו (רגרסיה לממוצע והשפעה באתרים סמוכים), נמצא שלגבי כלל התאונות, המצלמות גורמות לעלייה במספר כלל התאונות בשיעור של 15%, לעלייה בשיעור של 13% לגבי התאונות עם נפגעים, לעלייה בשיעור של 43% בתאונות חזית-אחור ולירידה בשיעור של 10% במספר תאונות חזית-צד.

### 6. דיון:

באופן כללי, ניתוח מסכם של 21 מחקרים על יעילות מצלמות צומת במניעת תאונות, מצביע על תוצאות מתונות יותר במידה שנלקחים בחשבון גורמי הרגרסיה לממוצע והשפעות הניסוי על אתרי הבקרה. ברוב המחקרים נצפו אמנם ירידות במספר התאונות ובעיקר לגבי תאונות חזית-צד. אולם מספרי תאונות חזית-אחור נוטים לגדול כך שבסך הכול, מספר התאונות גבוה יותר בצמתים שבהם הוצבו מצלמות לבקרת עבירות האור האדום. עם זאת, שיעורי השינוי אינם מובהקים (כיוון שהם מחושבים על מספרי



תאונות קטנים). רק העלייה בשיעור תאונות חזית – אחור היא מובהקת מבחינה סטטיסטית. נמצא אמנם שלהתקנת מצלמות בצמתים אחדים יש השפעה חיובית על הבטיחות בצמתים סמוכים שבהם לא הותקנו מצלמות והמשמשים כקבוצת ביקורת, בעיקר לגבי תאונות חזית – צד. אין בממצאים אלו קביעה סופית לגבי התועלת של מצלמות צומת והניתוח מוביל למסקנה שיש לחקור את יעילותן במסגרת בדיקת ערכים שונים של אורך המופע הצהוב, כיוון ששלב זה של פעולת הרמזור נמצא במחקרים רבים כגורם מכריע בקבלת ההחלטה של הנהג לעבור או לעצור בצומת. יש בסיס להשערה שמופע צהוב ארוך יותר, יכול לצמצם את הסיכון הגובר לתאונת חזית-אחור בצומת מרומזר שבו מותקנת מצלמה. גם לרמת המודעות של הנהגים לגבי נוכחות המצלמה יכולה להיות חשיבות, ויש לבדוק אם כן באיזו מידה שלטים המתריעים על נוכחות מצלמה בצומת יכולים לשנות את מאפייני הנהיגה של הנהגים העוברים באותו צומת. חשוב גם לכלול בחישוב התועלות את ממד החומרה של התאונות המתרחות או המתמעטות, כאשר ידוע שתאונות חזית-חזית וחזית-צד הן קטלניות הרבה יותר מאשר תאונות חזית-אחור. על כל פנים, הממצאים מעמידים סימן שאלה לגבי יעילותו של אמצעי זה, שנחשב עד כה כגורם בטיחותי מובן מאליו, אך שיש כנראה לבחון כל פעם שמתכננים להתקין אותו בצומת מסוים.



## ההחלטה לעבור או לעצור ברמזור בעת הופעת האור הצהוב

Elmitiny N., et al. (2010): classification of driver's stop / go decision and red-light running violation. *Accident Analysis & Prevention* 42, 101 – 111.

### 1. מבוא:

כשנהג נתקל בחילוף האור הירוק לאור צהוב ברמזור, הוא עומד בפני בחירה בין עצירה ובין המשך הנסיעה וחציית הצומת. ההחלטה מושפעת ממהירותו וממרחקו מהצומת, הקובעים איזה פער זמן נשאר לו לפני הופעת האור האדום. אם ההחלטה היא לעבור, הנהג נמצא בסיכון שהמעבר יתבצע בעת שהאור האדום יופיע לפני פינוי הצומת, אך אם הוא מחליט לעצור, הוא עלול להיפגע מרכב שנוסע אחריו ואשר נהג העריך שיש עוד זמן לעבור בצומת לפני הופעת האור האדום ואשר ציפה שגם הנהג המוביל חושב כמוהו. זה המקור לריבוי תאונות חזית – אחור בצמתים מרומזרים.

מעריכים בארה"ב שמתרחשות כל שנה 260,000 תאונות מעבר באור אדום, ומחקר על 1,500 צמתים מרומזרים בפלורידה העלה ששיעור התאונות מסוג חזית – אחור בצמתים אלה מגיע ל-40% מכלל התאונות באתרים הללו.

כדי להכין את הנהג למופע האדום, משמש האור הצהוב בתור סימן לזמן ביניים פחות מחייב. נהג קרוב לצומת יכול להמשיך בדרכו ולחצות אותו, ואילו נהג מרחוק צריך לפרש את אותו סימן כדרישה לעצירה. הנקודה הקריטית טמונה בעובדה שהחלטת הנהג מבוססת יותר על ניסיונו והרגליו מאשר על נתון אובייקטיבי, ולא פעם מבצע הנהג החלטה שגויה ולא בהכרח פעולה עבריינית מודעת: זו בעיית ההחלטה ב"אזור הדילמה" של הרמזור. במחקרים רבים על הנהיגה בצומת מרומזר, נמצא שההסתברות להחליט על עצירה או על מעבר, על סמך הערכת הזמן הנותר עד להגעה לקו העצירה, מיוצגת על ידי הפונקציה הלוגיסטית logit שמגדירה את אזור האי הוודאות של העצירה לעומת המעבר.

במחקר הנוכחי נבדקו החלטות הנהגים בצומת מרומזר על ידי תצפיות וצילום תרחישי נהיגה במופעי הרמזור השונים. המחקר בוצע בעיר אורלנדו בפלורידה, בצומת רב נתיבי, שנתיביו סומנו בעזרת דגלונים כדי לאפשר למנתחי הממצאים לקבוע היכן נמצא כל רכב מצולם ולחשב על סרט הצילומים את מהירות הרכב בעת הופעת האור הצהוב. נאספו נתונים במשך 36 שעות על 1292 כלי רכב שנמצאו במצבי ברירה בין המשך נסיעה לעצירה, ולא נלקחו בחשבון כלי רכב שעצרו בצומת בגלל נוכחות של רכב שבלם לפניו. כלומר המדגם כלל רק נהגים שקיבלו החלטה חופשית לעבור או לעצור בצומת.

### 2. מטרות:

נמדדו המשתנים הבאים:

- מרחק הרכב מהצומת בעת הופעת האור הצהוב
- מהירות הרכב בעת הופעת האור הצהוב
- החלטת הנהג (עצור או עבור)
- הזמן שלקח לרכב עובר להגיע לצומת אחרי התחלת האור הצהוב
- קיום עבירת אור אדום
- מיקום הרכב באחד הנתיבים
- סוג הרכב

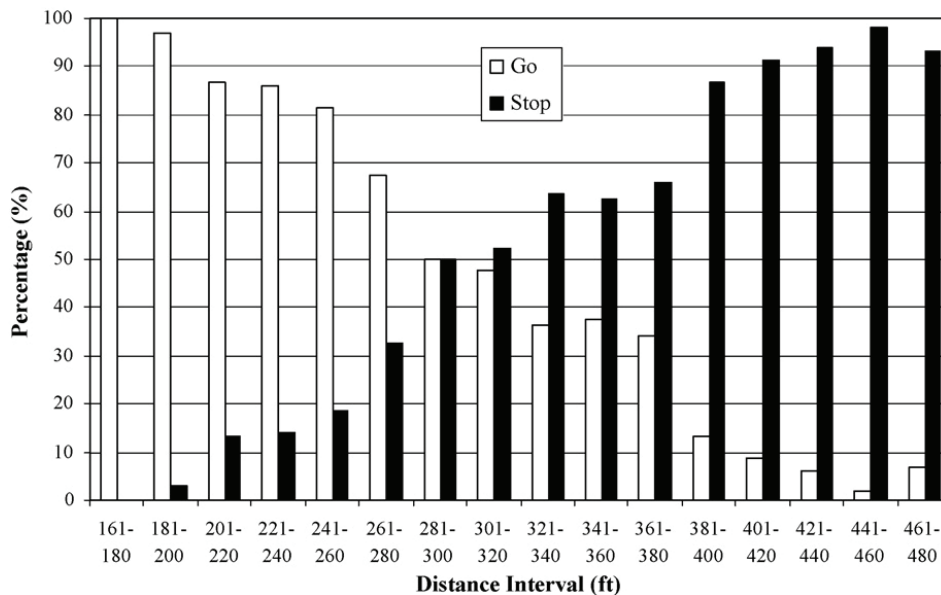


ניתוח הנתונים מראה שיש הבדלים מובהקים במהירויות הממוצעות של קבוצות שונות של נהגים: אלו שהחליטו לעבור נוסעים מהר יותר מאלו שהחליטו לעצור (79.7 קמ"ש לעומת 76.5 קמ"ש), רכב מוביל נע ב-79 קמ"ש בממוצע לעומת 77 קמ"ש לרכב עוקב. כלי רכב בנתיב אמצעי ושמאלי מהירים יותר מאלו שנסעו בנתיב ימני (78.4 לעומת 72.8 קמ"ש). רכב קל מהיר יותר מרכב כבד (78.4 לעומת 72.8 קמ"ש). המהירות הממוצעת של העוברים באדום, גבוהה מזו של אלו שמחליטים לעצור (79.2 מול 76.5 קמ"ש) אך היא אינה שונה מהמהירות של כלל הנהגים שלא עברו עבירה. מתוך 1,292 נהגים בסך הכול שהגיעו לצומת בעת הופעת המופע האדום, 601 עצרו, 691 עברו ומהם 227 עברו באדום. הקביעה איזה רכב הגיע באור צהוב נעשתה לפי הכלל של נוכחות הרכב בעת הופעת האור הצהוב בתחום אזור קריטי של 50 – 150 מ' לפני הצומת, שהוגדר לאחר תצפיות שהראו שבמרחק של פחות מ-50 מ', אין עצירות, ובמרחק שמעל ל-150 מ', כולם עוצרים.

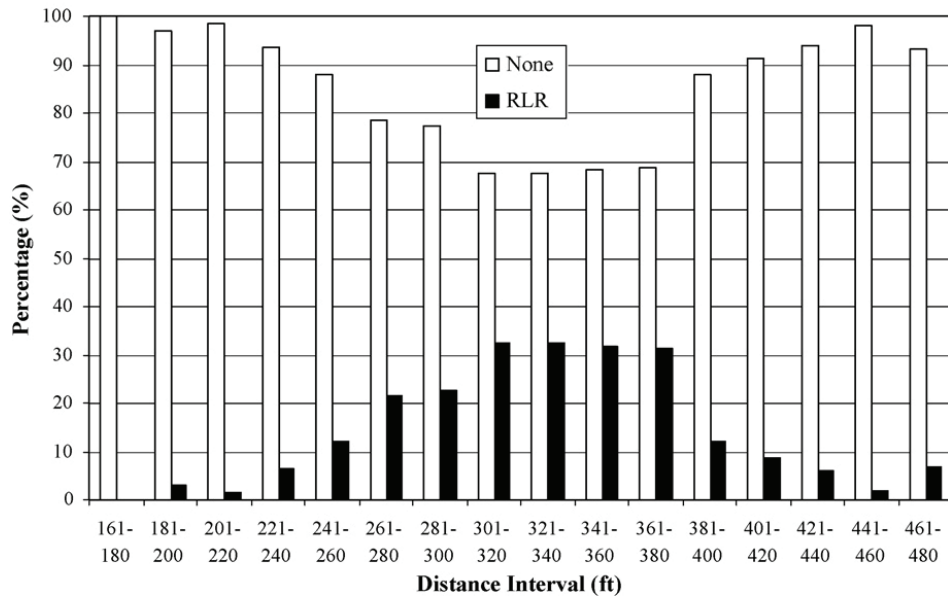
בגרפים הבאים מוצגים הנתונים בצורת התפלגויות בין עוצרים ועוברים בצומת.

בגרף העליון, העמודות השחורות מייצגות את שיעורי העוצרים, והעמודות הבהירות מייצגות את הנהגים העוברים, כפונקציה של המרחק לצומת (ביחידות ft).

בגרף התחתון מוצגות התפלגויות שיעורי הנהגים העוברים באור אדום (עמודות שחורות) כפונקציה של המרחק בו הם היו בעת הופעת האור הצהוב, לעומת שיעורי הנהגים העוצרים (עמודות לבנות).



(a) Percentage of stop or go decision by distance interval



(b) Percentage of RLR violation by distance interval

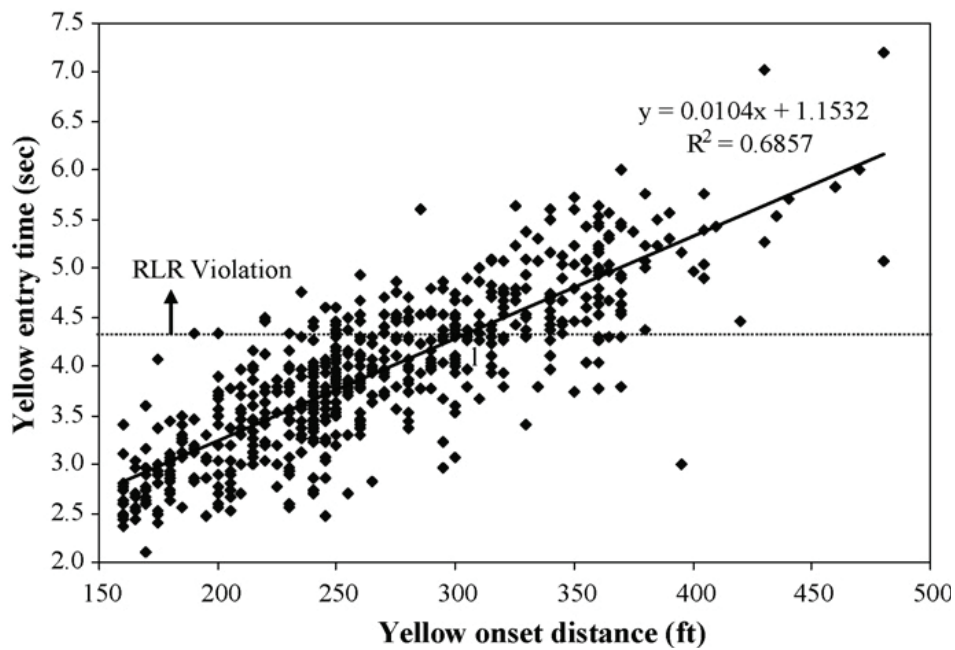
הגרף העליון מציג שיעורי עוברים בצומת לעומת שיעורי עוצרים, כאשר במרחק של 320 – 300 רגל מהצומת (93 – 99 מ'), 50% הנהגים מחליטים לעבור ו-50% עוצרים.

בגרף התחתון, העמודות השחורות מייצגות את שיעורי עבריינות האור האדום: רוב העבירות מתרחשות כאשר הנהג נמצא בעת הופעת האור הצהוב, בתחום של 280 – 380 רגל (90 – 120 מ').

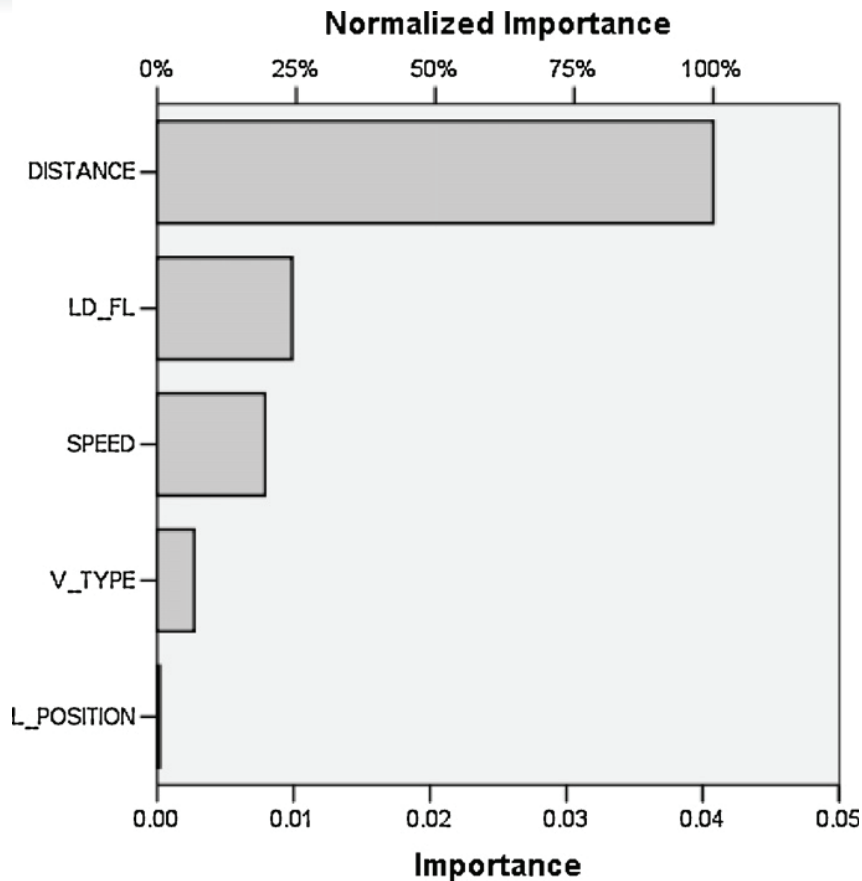
### 3. עבירות האור האדום:

בגרף שלהלן מוצגת התפלגות של כלי הרכב שעברו בצומת לפי מרחקם לצומת בעת הופעת האור הצהוב (המרחק ניתן ב-ft). משך המופט הצהוב הוא 4.3 שניות, כך שרכב שהגיע לאחר פרק זמן זה, נמצא בתוך הצומת כאשר האור התחלף לאדום. הקו האופקי בערך של 4.3 שניות מפריד בין העוברים בצהוב ובין העוברים באדום. בפחות מ-200 רגל (כ-60 מ') אין כמעט עבירות אור אדום מכיוון שגם רכב איטי מצליח לעבור בזמן. מעל ל-480 רגל (כ-150 מ') מעט כלי רכב משיכים לעבור כך שבעיה חמורה של עבריינות אור אדום מתרכזת באזור הביניים, בין 250 ל-400 רגל

(80 - 128 מ'). ליתר דיוק, נמצא שבפחות מ-287 רגל (92 מ'), 81% מהנהגים שנמצאו באזור זה בעת הופעת האור הצהוב, יעברו את הצומת, ואילו 92% מהנהגים שנמצאו בעת זו במרחק של מעל ל-372 רגל (119 מ') יעצרו בצומת.



הממצאים מצביעים על המשקל הסטטיסטי השונה של המשתנים המשפיעים על ההחלטה לעבור או לעצור. כנראה בגרף שלהלן, המשתנה העיקרי הקובע את החלטת הנהג הוא המרחק, והמשתנה השני הוא המעמד של הרכב מוביל ובמידה קצת פחות גדולה, מהירות הרכב. לסוג הרכב יש חשיבות פחותה, ולמיקומו בנתיב כמעט אין משמעות להחלטה לעבור.



#### 4. סיכום:

ניתוח התנהגות נהגים בצומת מרומזר נערך על סמך צילומי וידאו שנעשו במשך 36 שעות. 1,292 כלי רכב נמצאו באזור הקריטי שבו קיימת אי ודאות לגבי החלטת הנהג. המשתנים העיקריים המשפיעים על החלטתו לעבור או לעצור בעת שמופיע האור הצהוב, הם מרחק הרכב מהצומת, מהירותו וסוג הרכב. ככל שהנהג נמצא קרוב יותר לצומת, כך גדל הסיכוי שהוא יחליט לעבור בעת הופעת האור הצהוב, אך הקשר בין המרחק להסתברות לעבור אינו ליניארי, וזאת מפני שמעט נהגים עוברים במודע באור אדום כאשר הם רחוקים מהצומת ולכן השכיחות לעבירת האור האדום גדולה בעיקר בתחום המרחקים שבהם נראה לנהג שיש לו סיכוי לעבור את הצומת לפני הופעת האור האדום. תחום זה נמצא בצומת הנבדק, בין 267 – 372 רגל (85 – 119 מ') שבו 50% מהנהגים שנוסעים במהירות של יותר מ-80 קמ"ש מחליטים לעבור. מתוך אלה שנמצאים בתחום של 292 – 372 רגל (93.4 – 119 מ'), 50% יעברו את הצומת באור אדום.

המחקר מצביע גם על תופעת הרכב העוקב, שנהגו מגביר מהירות כדי לחצות את הצומת תודות ל"מיגון" שמספק הרכב המוביל. אם רכב זה עוצר, גדול הסיכוי לתאונת פנים – אחור.



## הדרכת ילדים לחציית הרחוב בשלב הטרום בית-ספרי

Albert R., Dolgin K. (2010): lasting effects of short-term training on preschoolers' street crossing behavior. *Accident Analysis & Prevention* 42, 500 – 508.

### 1. מבוא:

בגילים 5 – 9, ילדים נמצאים בסיכון גבוה לפגיעה בתאונה קטלנית ביחס למקורות סיכון אחרים ובארה"ב נהרגים כל שנה 900 ילדים כאשר גם 60,000 ילדים נפצעים ברמות חומרה שונות. מקובל להניח שבתאונות הליכה ברחוב הילדים נפגעים בגלל יכולת וניסיון מעשי מוגבלים בביצוע מטלות ההליכה ברחוב.

מטלות אלו משלבות מספר מרכיבים: יכולת מציאת המקום הראוי לחצייה, הבחירה בתואי ההליכה הבטוחה ביותר עד למקום החצייה, ביצוע תקין של סריקה ראיתית, הערכת פערים ויכולת חצייה בצמתים. הילד צריך קודם כל לזהות מקום חצייה אופטימלי, כמו פינת רחוב או מעבר חצייה, הוא צריך לבדוק תוך כדי התבוננות בכל הכיוונים אם אין הוא מאיים בצורה מיידית על ידי כלי רכב מתקרב, וכל זאת בסביבה עירונית ותחבורתית שבה הוא מוסתר בגלל מידותיו על ידי כלי רכב חונים והסתרות אחרות. בעיה הקשורה לתפקודו של ילד היא מיקוד הקשב באירועי תחבורה בעת ביצוע מטלת רחוב, ולא בנושאים אחרים המעניינים אותו. החצייה בכלי רכב בעת החצייה עצמה היא מטלה מורכבת, ועומדת בסתירה לאימפולסיביות ולנטייה לרוץ במקום ללכת השכיחה בקרב ילדים. בעת החצייה, חייב החוצה להעריך מהירויות ומרחקים במשולב, כלומר לאמוד פערי זמן ולהפגין יכולת הערכת סיכונים, וכידוע, ילדים מתחת לגיל 9 מתקשים לשלב בשיקוליהם יותר ממשנתנה אחד בו-זמנית.

לא פעם עולה הדרישה לספק לילדים כבר בגיל הגן, הדרכות מעשיות להתנהגות זהירה ברחוב, בהנחה שבחלקם, או בחלק מזמנם, הם נמצאים ברחוב ללא השגחה, וכן גם כהכנה לשלב שבו הם עלולים להימצא לבדם ברחוב. במדינות רבות פותחו תכניות ללימוד בטיחות המיועדות לילדי הגן ובית הספר היסודי, שכוללות חלק עיוני אך לעיתים גם הדרכות מעשיות.

ההדרכה העיונית בצורת לימודי כיתה זכתה לביקורת בגלל היכולת המוגבלת של ילדים קטנים בגיל 5 – 9 לבצע בצורה יעילה העברה חינוכית. המחקר בתחום הפסיכולוגיה ההתפתחותית הראה שהם לא מסוגלים להסיק מסקנות ביצוע מעשיות מהסברים עיוניים כאשר הם נמצאים ברחוב, וחשוב להקדיש בגילים אלו את ההדרכה להיבטים המעשיים שלה בלבד. עם זאת, ההדרכה המעשית נתקלת בקשיי ביצוע ועלויות בשל כוח האדם הנחוץ לשמירה על ביטחונם של הילדים. יתר על כן, ההדרכה מעשית גוזלת זמן כיוון שהיא מחייבת ביצוע תרגילים על ידי כל ילד בנפרד, בליווי או בהשגחת המורה, בניגוד לתרגילי כיתה קבוצתיים. נשאלת אם כן השאלה אם בכל זאת קיימת אפשרות לפיתוח תרגילי כיתה יעילים המשפרים לא רק את הידע ההצהרתי של הילדים, אלא גם את התנהגותם במציאות התחבורתית.

### 2. נושא המחקר:

המחקר המתואר להלן בודק שלוש גישות חינוכיות במסגרת לימודי חציית רחוב על ידי ילדים בגיל גן חובה בארה"ב. בשיטה ראשונה, הלמידה מתבצעת בעזרת מודל שולחן תלת-ממדי של רחוב, המשמש כזירה להפעלת בובות על ידי הילדים, וכמשחק הליכה וחצייה ברחוב. בשיטה השנייה, הילדים לומדים על חציית הרחוב מתוך סיפור המסופר להם על ידי מבוגר, שמעודד את הילדים להעיר הערות ולדון בסיפור המתייחס להתנהגות ברחוב. בשיטה השלישית, הלמידה מתבצעת דרך לימוד בעל-פה של שיר בטיחות המציג בפני הילדים מספר תמרידי דרכים בעלי משמעות להולך, והמזכיר את ההתנהגויות הנחוצות לחצייה, כמו תנועות הראש לסריקת הרחוב, ההמתנה על המדרכה וכדומה. שלוש השיטות מופעלות במקביל במשך חודש במסגרת שיעור שבועי באורך 15 דקות ותורמתן החינוכית נמדדת שלוש פעמים: בשלב ההתחלתי לפני הלמידה, שבוע לאחר סיום ההדרכה וכן שישה חודשים לאחר מכן.



### 3. הערכת הלמידה:

תוקף שלוש ההדרכות נמדד הן לגבי הידע הנרכש, ובמיוחד בנושא תמרורי דרכים המתייחסים להולכי רגל ולנהגים בהקשר של מפגש עם הולך רגל, והן לגבי היכולת לבצע מטלת חצייה, בעזרת תרגיל סימולציה על המודל השולחני שבו הילד מבצע את הפעולה עם בובה. בנוסף, מתבצע מבחן חצייה אמיתי בקרבת הגן, בצורת חצייה בליווי הנסיין, שבמסגרתו הילד עומד על המדרכה ומצביע על המקום שהוא מעדיף כדי לבצע חציית הרחוב והגיע ליעד המסומן לו.

יש לצפות שההדרכה המבוססת על מודל שולחן תלת-ממדי תשיג תוצאות טובות יותר כיוון שהיא מספקת יותר פעילות ממה שמאפשרת למידה דרך סיפור או שיר, מה גם שדרך המשחק, מתנסים הילדים ביותר אינטראקציה תוך כדי הפעלת הבובות. בשימוש במודל יש גם אפשרות להתייחס למבט השונה של החוצה ושל נהג הרכב המאיים.

בניסוי מופעלות שלוש קבוצות ניסוי וקבוצת ביקורת הכוללות 10 ילדי גן בני 4 – 5 בכל קבוצה, אחרי קבלת הסכמה מהוריהם, המתחייבים שלא לספק הדרכה יוצאת דופן בנושאי בטיחות כל זמן שמתנהל הניסוי. כל ילד נבחן אישית על ידי הנסיין לגבי הידע המוקדם שלו, ולגבי תגובותיו במשחק עם בובה, ולבסוף הנסיין מבצע סיור עם הילד בצומת על יד הגן ובו הנבדק מתבקש לבצע חצייה (בליווי הנסיין) לאחר שהוגדר לו יעד מעבר לרחוב. לאחר המבחן, מתחיל תהליך ההדרכה במשך חודש.

קבוצות הניסוי הן כדלקמן:

- א. קבוצת "משחק": הילדים לומדים בשיעור הראשון להכיר 8 תמרורים הקשורים להליכה ולחצייה. בשיעורים הבאים, הם משחקים עם בובה שיש להעביר מצד לצד ברחוב המיוצג במודל, וביצוע תקין של החצייה מתוגמל בפרס (מדבקות).
- ב. קבוצת "סיפור": הנסיין מקריא בשיעור הראשון סיפור המקשר בין הליכה ברחוב ובין תמרורים, ובשיעורים הבאים נבדקת מידת הבנת התמרורים על ידי הלומדים.
- ג. קבוצת "שיר": תפקיד התמרורים נלמד תוך כדי לימוד בעל-פה של שיר המכיל גם מסרי בטיחות כמו הצורך בהתבוננות לכל הצדדים בעת חציית רחוב.
- ד. קבוצת ביקורת המקבלת באותם תנאי זמן שיעור בנושא שאינו קשור לבטיחות

### 4. תוצאות:

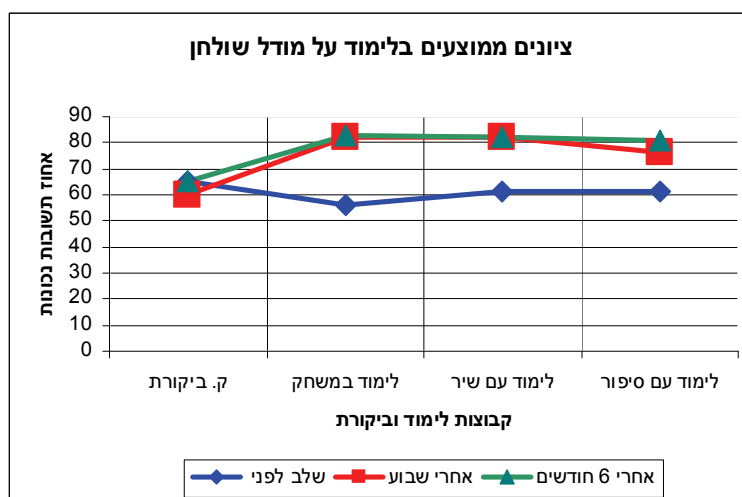
את השפעת גישות ההדרכה השונות מודדים בשלושה היבטים:

- הכרת תמרורים כולל שם התמרור, משמעותו וחובת הולך הרגל לגביו
- ביצוע תרגיל חצייה במודל השולחני כשהילד מפעיל בובה, כולל התבוננות לצדדים, מעבר במקום מתאים, והסבר על הפעולה
- מבחן מעשי בצומת בליווי נסיין

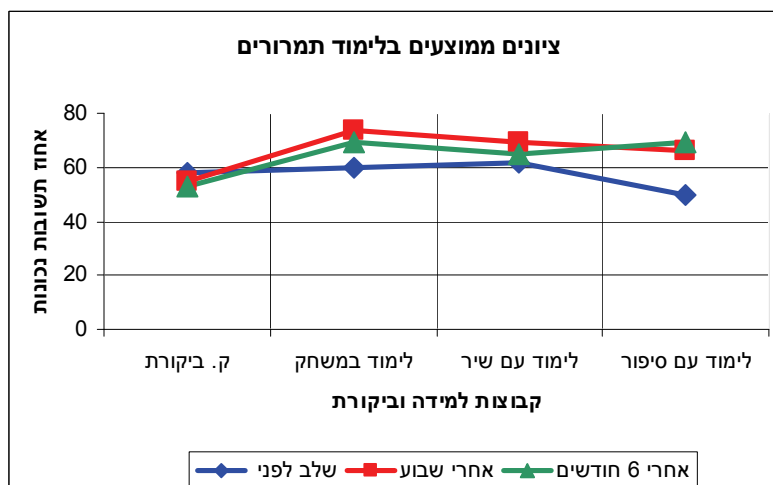
כל צורות ההדרכה מציגות רמת ביצועים טובה יותר מזו של קבוצת הביקורת, גם לאחר 6 חודשים. מנגד, יש לציין שלאחר תקופה זו לא נמצאו הבדלים מובהקים בין שלוש הגישות החינוכיות. ממצאים אלו תואמים למה שהראו מחקרים קודמים בהולנד, שבוצעו עם ילדים בני 6 – 7, ושלפיהם אפשר להשיג שיפור בידע הבטיחותי של ילדי גן חובה. המחקר הנוכחי מראה שהדבר אפשרי גם עם ילדים צעירים יותר, ושגישת המשחק יעילה יותר מאשר למידה דרך השמעת סיפור או שיר בהקניית מיומנות מעשית דרך משחק ותרגול בשטח.



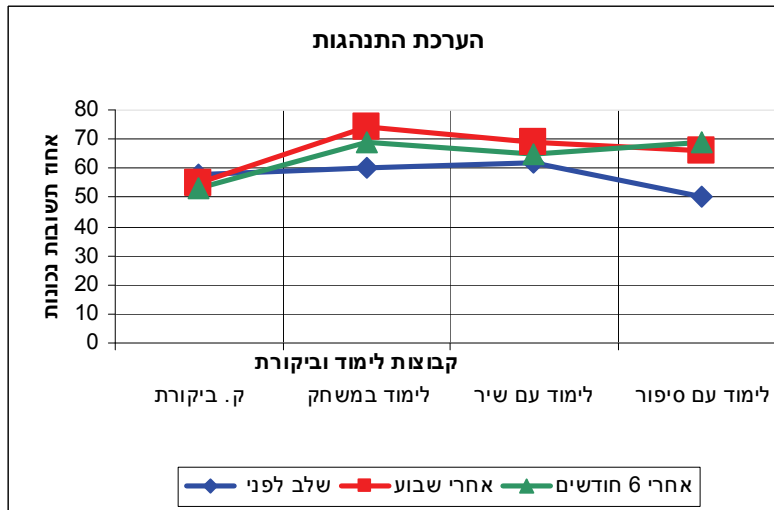
הגרפים שלהן ממחישים את שיפור ביצועי הילדים בידע ובהתנהגות לאחר חשיפה לפעילות חינוכית:



גרף 1. שיעורי שיפור ביצועי חצייה מדומה במשחק על מודל שולחן בקבוצות הלימוד מול קבוצת הביקורת



גרף 2. שיעורי שיפור הידע במשמעות תמרורים בקבוצות הלימוד השונות מול קבוצת הביקורת



גרף 3. שיעורי השיפור בהתנהגות של קבוצות הלימוד מול קבוצת הביקורת

#### 4. מסקנות:

הלימוד דרך המשחק בהמחשה חזותית תרם יותר לרכישת מיומנויות הרחוב, לא רק בגלל ההיבט המציאותי המתאים יותר לילדים מאשר מתן הסברים מילוליים, אלא גם בשל רמת הפעילות הנדרשת מכל ילד בביצוע תפקיד הולכי רגל המתמודדים עם מכונות. משחק פעיל של הילד ואינטראקציה עם חבריו הם כידוע תנאי להטמעת חומרי למידה, במיוחד בגיל הצעיר. תוצאה מרשימה במיוחד היא זיכרון כללי בטיחות גם אחרי 6 חודשים, למרות ההיקף הצנוע של התכנית.

למרות ההיקף הצנוע של המחקר, הן בממדי ההדרכות והן בגודל הקבוצות שבודאי אינן מהוות מדגם מייצג, התוצאות מעודדות המשך פעילויות הדרכה בנושאי הבטיחות בדרכים והרחבתן בקרב ילדים בגיל הגן ובית הספר היסודי.



## הקשר בין עייפות בנהיגה ובין תקנות להגבלת שעות העבודה של נהגים מקצועיים

Parkes A.M., Gillan W., Cynk S. (2009): the relationship between driver fatigue and rules limiting hours of driving and work. *Transport Research Laboratory (TRL) Report, PPR413*. England.

### 1. מבוא:

הקשר בין משך זמני הנהיגה ובין העייפות של נהגים מקצועיים, מהווה נושא מחקר בעל משמעות מעשית גדולה, כיוון שהעייפות נמצאה כגורם תורם מרכזי בסיכון לתאונה בקרב נהגים מקצועיים. מקובל להניח שלגבי הנהג המקצועי, הנהג ברכב כבד, שישה גורמים משתתפים בתופעת העייפות:

- א. חוסר שינה
- ב. איכות שינה ירודה
- ג. מצב בריאות כללי
- ד. הפרעות נשימה בעת השינה (sleep apnea)
- ה. השעה ביממה שבה מתרחשת הנסיעה
- ו. זמן הנסיעה המצטבר

לאדם יש נטייה להירדם בצורה מחזורית בהשפעת מנגנון מוחי (circadian rhythms), עם נקודות שיא בסוף הלילה (בין 4:00 – 6:00), ולאחר הצהריים (בין 14:00 – 16:00). מנגנון זה פועל גם כאשר האדם ישן בצורה תקינה בלילה, אך יש לו משמעות קריטית לגבי אנשים העוסקים בנהיגה כמקצוע והמחויבים לציית ללוחות זמנים נוקשים. כבריטניה, כמו בהרבה ארצות אחרות, הנהג המקצועי נתון למגבלות חוקיות על שעות העבודה והמנוחה, כדי לצמצם את הסיכון הנובע מעייפות ומתרדמה בנהיגה.

מטרות המחקר המתואר להן ושבוצע במעבדת חקר התחבורה הבריטית TRL, הן קביעת הקשר בין משך הנהיגה ובין רמת העייפות של הנהג, וכן גם בדיקת אילו מגבלות יכולות לתרום למניעת העייפות בצורה היעילה ביותר, במסגרת האילוצים הכלכליים והחברתיים. מטרה נוספת של המחקר היא השוואת תקנות בריטיות לנעשה באיחוד האירופי ובארצות דוברות אנגלית אחרות.

### 2. נהיגה ועייפות: סקר ספרות

לעייפות יש היבט פיסיוולוגי הניתן למדידה אובייקטיבית (פעילות לב, מצמוץ עיניים ועוד) אך גם היבט פסיכולוגי של תחושה אישית. מקובל להניח שעייפות גוברת בנהיגה מתנגשת עם דרישות המטלה ומפחיתה את יכולת הנהג להגיב בצורה יעילה לאירועי הדרך בשל נטייה להירדם, יכולת ירודה להתרכז ולשמור על רמת קשב נאותה, ובשל עלייה בזמני התגובה. במיוחד נפגעת היכולת להגיב במהירות ובצורה נכונה לאירועים פתאומיים או לא שגרתיים. כך למשל נמצא כבריטניה כי בקרב נהגים הלא-מקצועיים, הנהגים ברכב קל, גורם העייפות מוערך כתורם לכ- 20% מהתאונות בדרכים מהירות.



בגלל הקושי האובייקטיבי לקבוע שתאונה התרחשה בגין עייפות, שלא משאירה סימנים בזירה כמו מידת אלכוהול בדם או סימני בלימה על המסעה, נעשה שימוש לעיתים קרובות בדיווחים עצמיים של נהגים שהיו מעורבים בתאונה, לפחות כדי להגיע להערכות גסות של ממדי התופעה. בבריטניה לפי ממצאים ממחקרים שונים, ההערכה היא כי המשקל היחסי של התאונות הקשורות לעייפות הוא 15 – 20%. התופעה שכיחה כנראה יותר בכבישים מהירים, בגלל הנהיגה המונוטונית למרחקים ארוכים. מדיווחים אלו עולה שהסיכון לתאונת עייפות מזנק אחרי 11 – 12 שעות עבודה יומית של הנהג המקצועי כאשר נהיגה של עד 10 שעות לא מציגה סיכון יתר משמעותי. לפי מחקרים מצומצמים יותר, רמת הסיכון גדולה פי 2.5 אחרי 14 שעות עבודה, בהשוואה לנהיגה של 10 שעות.

מחקר שדה מקיף על התופעה בוצע בשנות ה-90 בארה"ב עם 80 נהגי משאית שחולקו לארבע קבוצות שנסעו במתכונות הבאות, עם הפסקות מנוחה כחוק:

- א. נהיגה של 10 שעות המתחילה בשעה קבועה ובמשך 5 ימים
- ב. נהיגה של 10 שעות המתחילה כל יום 3 שעות מוקדם יותר מהיום הקודם, במשך 5 ימים
- ג. נהיגה של 13 שעות המתחילה כל לילה בשעה קבועה, במשך 4 לילות
- ד. נהיגה של 13 שעות המתחילה כל יום בשעה קבועה, במשך 4 ימים

הנהגים נסעו במשך 4000 שעות במשאית מצוידת באמצעי מדידה. לא נמצאו הבדלים משמעותיים בנהיגה של 10 שעות לעומת 13 שעות, אך הנהגים התלוננו על עייפות גוברת בנהיגה הארוכה יותר.

מחקר אמריקאי אחר מצביע על תופעה מפתיעה, לפיה אין שינויים התנהגותיים ואין ירידה ברמות הקשב של הנהג בין השעה השנייה לנהיגה ובין השעה ה-11. דווקא בשעה הראשונה מופיעים סימנים של נהיגה פחות איכותית אשר משתפרת עם הזמן.

ממצא זה מחוזה על ידי ממצאים שפורסמו בפינלנד, שלפיהם 60% מהתאונות הקטלניות הקשורות להירדמות בנהיגה, התרחשו בשעת הנהיגה הראשונה. הועלתה ההשערה שממצאים אלו מתקשרים לתופעה ה-*sleep inertia* המתרחשת בעת שהאדם מקיץ משנתו אך נשאר ברמת ערנות נמוכה במשך זמן-מה עד שהוא מתפקד כהלכה. תופעה זו חריפה יותר בקרב נהגים שנחו במשך זמן קצר יחסית או שישנו בתוך הרכב בעת שנהג אחר נוהג בו. איכות המנוחה בתנאים אלו פחותה והמתעורר פחות ערני. יש גם להניח שבמקרים רבים, התחלת הנהיגה מתרחשת בתנאים פחות שגרתיים מאלה של הנהיגה על הכביש המהיר, וכוללת יציאות ממפעל, נסיעות באזורי תעשייה ובדרכים יותר מסוכנות. במחקרים אחרים מדווח כי אחרי 10 שעות נהיגה רצופה, היכולת הקוגניטיבית של הנהג שווה לזו של אדם ששתי אלכוהול ברמה של 0.05% וכי שינה של פחות מ-5 שעות בלילה מגבירה את הסיכון להירדמות פי חמישה. ניתוח תיקי תאונות רכב מסחרי בבריטניה מהשנים 2005 – 2007 מעלה שגורם העייפות נמצא ב-1.5% מתוך 8000 תאונות של רכב כבד עד 7.5 טון. בקרב 11,000 נהגי רכב כבד מעל ל-7.5 טון שהיו מעורבים בתאונה, שיעור זה מגיע ל-2.4%. כשמדובר בתאונות קטלניות, שיעורים אלו הם בהתאמה 7% ו-11.2%.

מחקר בריטי אחר, שבדק מדגם של 3000 תאונות קטלניות של רכב מסחרי בשנים 1995 – 2007, מצביע על שיעור תאונות בגין הירדמות של 4% – 5% מכלל התאונות הקטלניות.



### 3. מגבלות החוק על זמני נהיגה ומנוחה של נהגים מקצועיים:

תקנות ומגבלות של זמני נהיגה ומנוחה של נהגים מקצועיים אינן אחידות באיחוד האירופאי, אם כי הן מציגות סדרי גודל דומים בקרב בנהגי אוטובוס בקווים של עד 50 ק"מ, וכן גם לגבי נהגי רכב משא קל, עד 3.5 טון. בעיקרון, שבוע עבודה של נהגי רכב מקצועי אלו לא עובר 48 שעות בממוצע. לגבי נהגי רכב כבד מעל ל-3.5 טון ולגבי נהגי אוטובוסים לקווים ארוכים, לכל מדינות האיחוד יש תקנות משותפות. אורך יום העבודה הממוצע של נהג האוטובוס האירופי נע בין 8 – 11 שעות בשבוע של 40 עד 60 (רק בפולניה) שעות עבודה.

המחקר מפרט את הנעשה במספר מדינות ואפשר להביא את הממצאים הללו כדוגמה:

בבריטניה הנהג המקצועי מוגבל ליום עבודה של 9 שעות ועד 56 שעות בשבוע, כאשר אין להעסיקו בנהיגה יותר מ-90 שעות במשך שבועיים רצופים. הוא זכאי להפסקה של 45 דקות כל 4.5 שעות, וצריך לנוח 11 שעות כל 24 שעות. כל 7 ימי עבודה צריכים לספק מנוחה של 45 שעות. תקנות אלו תקפות לגבי נהגים מקצועיים בריטים שאינם נוסעים מחוץ לגבולות המדינה.

באוסטריה, מותר לנהג אוטובוס לנהוג 8 שעות ביום ולא יותר מ-48 שעות בשבוע עם אפשרות להארכה חד-פעמית ל-56 שעות. הוא חייב לנוח 45 דקות כל 4.5 שעות.

בצרפת נמשך שבוע העבודה של נהג אוטובוס 42 שעות בממוצע תלת-חודשי, ואין הוא מורשה לנהוג יותר מ-46 שעות בשבוע נתון. מנוחה של 35 שעות לפחות נדרשת כל שבוע. נהגי רכב משא קל מוגבלים ל-39 שעות עבודה בשבוע ויום העבודה המרבי לא עובר 10 שעות.

באוסטרליה שבה מפותח ענף התובלה למרחקים גדולים, יש תקנות נפרדות לנהיגת רכב מקצועי עם נהג אחד או עם צוות של שניים.

ברכב הנהוג על ידי אדם אחד, זכאי הנהג להפסקה של רבע שעה כל 6 שעות נהיגה, להפסקה של חצי שעה כל 9 שעות ולהפסקה של שעה כל 11 שעות. אחרי נהיגה של 14 שעות, יש לו הפסקת מנוחה רציפה של 7 שעות וכל 7 ימים הוא זכאי למנוחה במשך 36 שעות רצופות.

כאשר הנהיגה מתבצעת בצוות, זכאי נהג לאחר 14 שעות על ההגה, ל-10 שעות מנוחה, כולל מנוחה בתא בעת שחברו ממשיך לנהוג.

אחרי 82 שעות, יש לנהג 10 שעות מנוחה שיש לקחת בצורה רציפה ובעצירה. אחרי 140 שעות עבודה חייב הנהג לנוח במשך 7 שעות רצופות ובמשך 4 לילות.

### 4. מסקנות המחקר:

קיימת הסכמה כללית בקרב חוקרים בתחום העייפות בנהיגה, שיש קשר בין עייפות לסיכון תעבורתי, למרות שהממצאים אינם כה חד-משמעתיים ברוב המקרים. לגבי הנהיגה המקצועית, לא נראה שיש סיכון יוצא דופן בהעסקת הנהגים במשך לא יותר מ-11 שעות עבודה ביום. מעבר לסף זה, יש ממצאים המצביעים על עלייה ברמת הסיכון הנובעת מעייפות קיצונית, הגוררת התנהגות לא תקינה, איטיות והחלטות שגויות, ולבסוף, סיכון גבוה להירדמות על ההגה. שינה לא תקינה בלילה שלפני הנסיעה והיעדר הפסקות קצרות, מוסיפים לסיכון, למרות שאין דוקטרינה ברורה ומקובלת של חלוקה מיטבית של זמני מנוחה ונהיגה והמעקב על הנעשה בפועל בעולם העבודה של הובלת נוסעים ומטענים, מבוסס ברוב המקרים יותר על דיווחים עצמיים מאשר על תצפיות אובייקטיביות בהיקפים משמעותיים.