

כוונים

בטיחות בארץ ובעולם
סקירת ספרות וחיידושים

גיליון מס' 41 מרץ 2001

הטכניון
המכון לחקר
התחבורה

משרד התחבורה
הרשות הלאומית
לבטיחות בדרכים

תוכן עניינים

3	.....	תחבורה ציבורית	.1
11	.....	מגמות	.2
14	.....	הנדסת רכב	.3
21	.....	הגורם האנושי	.4
26	.....	סטטיסטיקה	.5
29	.....	ספר החודש	.6

נייר עמדה: יתרונות האוטובוס מול הרכבת הקלה

Hensher D.A. (1999): A bus – based transitway or light rail? Road Research and Transport , 8, 3, 3 – 21.

1. מבוא

האוטובוס הוא כלי התחבורה הציבורי העיקרי ברוב הערים בעולם. עם כל יתרונותיו של כלי זה להסעה המונית של האוכלוסייה, יש לו מגבלות שונות ובמיוחד האוטובוס סובל, לעומת מתחריו על מסילה, מהצורך להתחלק עם כלי רכב אחרים על אותה תשתית. הרכבת נהנית מתשתית ייחודית המספקת לה בלעדיות וזכות קדימה. הרכבת הקלה נמצאת במצב ביניים, עם תשתית שבחלקה מיועדת לה בלבד, אך שבחלקה היא משמשת גם את כלי הרכב האחרים, כשהפסים נמצאים בגובה המסעה, ועם תנאי מעבר בצמתים שלא תמיד מספקים לה זכות קדימה מיידית. לרכבת יש גם את חסרון הגמישות כיוון שבניגוד לאוטובוס, היא לא יכולה לנוע אלא רק על מסילתה והנגישות שהיא מספקת נמוכה מזו של כלי רכב הנע על צמיגים.

בשנות השמונים, ולאור הצפיפות והגודש הגוברים והולכים בצירי תנועה עירוניים, חלה התעוררות מחדש והתעניינות ברכבת הקלה (tramway) כאמצעי להספקת שירות הסעת נוסעים יעיל בצירי תנועה בהם אין אפשרות מעשית לבניית תשתית רכבות או שתשתית קיימת לא מתאימה לנפחי התנועה מפוזרים מדי.

היתרונות של הרכבת הקלה גלומים ביכולתה לגרום לנהגים לנטוש את הרכבם הפרטי ולנסוע בתחבורה הציבורית. אך נשאלת השאלה אם דווקא אמצעי זה יכול להשיג את המטרה של הגדלת השימוש בתחבורה ציבורית שיעילותה מותנת

בכיסוי גיאוגרפי נרחב ובמערכת הסעות צפופה המפחיתה בצורה מהותית את הצורך בהחלפת קווים. לאור המגבלה של תשתית חסרת גמישות של רשת המסילות ומערכת הספקת חשמל לרכבת הקלה, האוטובוס יכול להוות תחליף יעיל וחסכוני, כשנותנים לו את אותם תנאי הפעלה מועדפים, בצורת נתיב נסיעה בלעדי. אמנם נתיבים אלו משמשים גם את תנועת כלי רכב אחרים, כמו מוניות ואף גם רכב פרטי, דבר המפחית את יעילותם מבחינתו של האוטובוס, אך ההשוואה בין האוטובוס בנתיב בלעדי מול רכבת קלה נותנת יתרון לאוטובוס, במיוחד מבחינה כלכלית (Richmond 1998). הנתיב הייחודי לאוטובוס זול מאשר מסילת ברזל בהתקנה ובתפעול, במיוחד אם לוקחים בחשבון את עלויות החישמול, כמו שהראו מחקרים שונים כמו (Smith, Hensher 1998).

קיימות דוגמאות מרובות להפעלת קווי אוטובוס בלעדיים אך הן מציגות בדרך כלל התפרסות מצומצמת ביחס למסילה כך שהשוואת החלופות איננה שלמה. למרות זאת, תוכניות תחבורה המבוססות על קווים בלעדיים ארוכים יחסית בוצעו בהצלחה במספר ארצות:

- קו של 19 ק"מ בושינגטון עם שני נתיבים בעלי זכות קדימה הפוכים במסלול המרכזי;
- קו של 18 ק"מ בסן-ברנרדינו, קליפורניה;
- קו בלעדי לאוטובוסים באדלאיד, אוסטרליה (12 ק"מ);
- רשת של קווי אקספרס באורך של 55 ק"מ בקוריטיבה (ברזיל), הבנויה במסלול מרכזי במסעה והמופרדת מתנועת הרכב האחרת על ידי איי תנועה להולכי רגל.

2. עידן החשמלית והרכבת הקלה

מערכות תחבורה מסילתיות מפותחות במקומות רבים בעולם במטרה להציע תחלופה מושכת לנהגי רכב פרטי ולצמצם בצורה זו את תופעות הגודש ואת המפגעים האקולוגיים של המכונית (זיהום אויר ורעש). קיימת דעה נפוצה לפיה פיתוח מסילתי ועודד פיתוח עירוני ויאפשר החייאת רובעים רדומים או שנמצאים בפיגור. מערכת הסעה מודרנית נחשבת כיותר אטרקטיבית ליזמים ומעוררת שימושי קרקע חדשים בשטחים עירוניים. אך לעיתים מתעוררת התחושה שהבחירה במערכת מסילתית במקום פיתוח קווי אוטובוס, מתקבלת יותר על פי רגשות מאשר על פי חישוב רציונלי: "הרכבת סקסית והאוטובוס משעמם", כדברי ראש עיריית לוס אנג'לס (Richmond 1991).

השוואת מערכות כביש לעומת מסילה לאותו מרחב עירוני מטילות ספק בכדאיות החשמלית מבחינה תחבורתית (כמות נוסעים ביחידת זמן ליחידת עלות נתונה). דוגמא לחישוב זה מוצגת על ידי ממשלת NSW באוסטרליה, בהחלטה לקשר שני מרכזים אזוריים במתחם סידני בעזרת דרך ייעודית לאוטובוסים באורך של 20 ק"מ. השוואת האוטובוס לרכבת קלה מעלה שלאוטובוס יתרון בתדירות הנסיעות (כל שלוש דקות לעומת תשע דקות) ובמספר המופחת של מעברים מקו לקו (transfer) לעומת מערכת המשלבת רכבת קלה ואוטובוס. יש לזכור שמעברים מאמצעי תחבורה אחד לשני מהווים מקור עקרוני לחוסר סיפוק מבחינתו של צרכן הנסיעות ומניעתם על ידי נסיעה ברכב פרטי יוצרת יתרון עצום של אמצעי זה, אפילו במחיר המתנות בפקקים. יש לזכור שכל נסיעה של רכבת בתנאים של תת-קיבולת, עולה הרבה יותר מאשר נסיעה דומה של אוטובוס כך שהעלויות לקילומטר נסיעה גדלות בהרבה מהערך התיאורטי המחושב לגבי קרונות מלאים בשעת העומס. גם עלויות הבנייה של התשתית הנחוצה הן שונות מאוד, ולטובת האוטובוס, כנראה בדוגמא הבאה (ערכים בדולר אוסטרלי): בניית מערכת הובלה בעיר Sidney מחושבת כדלקמן:

רכבת קלה	אוטובוס	
3.4 מיליון \$	0.1 מיליון \$	1 קילומטר של נתיב נסיעה משולב
2.1 מיליון \$	1.0 מיליון \$	1 קילומטר כביש קיים מורחב
2.02 מיליון \$	1.5 מיליון \$	1 קילומטר מסלול בלעדי (פרוזדור תנועה)

(מקור: משרד התחבורה של מדינת NSW, 1999).

היבט נוסף לבעיית הבחירה כאמצעי להסעה המונית היא השקעת היתר במערכת מסילתית יקרה הגוזלת משאבים מתחזוקת המערכת הקיימת המבוססת על אוטובוסים והמשרתת פלחים צנועים יותר של האוכלוסייה המרוחקת מאזור השרות של המערכת החדשה.

ניתוח עליות בנייה והפעלת מערכת ההובלה המסילתית LRT בלוס אנג'לס מראה שבאותו מחיר יכלה המערכת להפעיל לתקופה דומה (33 שנים לעומת 30 שנים לרכבת), 430 אוטובוסים. בעלות דומה האוטובוסים היו מניבים תועלת, במונחים של קילומטר נסיעה, פי 4.5 יותר גדולה ומסוגלים להוביל פי 9 יותר נוסעים. לדעת המחבר, ההחלטה לבנות מערכת מסילתית לא היתה מבוססת על שיקול

כלכלי או חברתי, אלא על השערה של עידוד הפיתוח האזורי ושינוי בשימושי קרקע תודות לאמצעי התחבורה החדשני. ממצאים דומים מובאים במחקר אחר המשוואה את מערכת LRT למערכת נתיבים בלעדיים. גם כאן עלויות האוטובוס קטנות ב- 30% מעלויות המערכת המסילתית, מה גם ששימוש מיטבי ברכבת מחייב הגדלת הצריכה בעזרת רשת אוטובוסים להזנת הקו ושינוי שימושי קרקע המגבירים את התפוסה של הרכב הפרטי (הסעת חברים לעבודה). מערכת ההסעה של קוריטיבה מציגה ממצאים מרשימים לטובת האוטובוס בהשוואה למסילה:

בעלות בניה של 54 מליון \$, פי 300 פחות מאשר לבניית מטרו תת-קרקעי המערכת מובילה 1.3 מיליון נוסעים ביום, פי 4 יותר מהנוסעים בתחתית של ריו דה ז'נירו, שבה 10 מיליון תושבים (לעומת 1.6 מיליון בקוריטיבה).

3. ההשפעה על הנוסע הקבוע

היכולת של מערכת תחבורתית להיות אטרקטיבית מתבטאת כלכלית ביצירת הרגלי נסיעה יומיים המבטיחים תזרים כספי יציב והצדקה להשקעות עתידיות בפיתוח המערכת. באופן כללי, מערכת המבוססת על אוטובוסים יכולה להוביל נוסעים בעלות נמוכה יותר מאשר מערכת מסילתית הדורשת השקעה גבוהה יותר בתשתית, אך לעיתים אילוץ זה מתקבל על דעת המחליטים בגלל שינויים חיוביים בשימושי הקרקע במסגרת התחדשות עירונית, כך שהסבסוד הנחוץ למערכת מסילתית מוצדק כלכלית וחברתית מנקודת מבט גלובלית. עולה אם כן השאלה איך לחשב את מכלול ההשפעות העתידיות של בניית מערכת מסילתית עירונית, כשתחזיות רבות נמצאו כנגועות באופטימיות יתר (Richmond 1998). במיוחד יכולת המערכת לעודד נהגים לנטוש את רכבם לטובת הרכבת לא נמצאה גדולה במיוחד. במספר מחקרים שפורסמו בשנות ה-90 למשל, פתיחת קו Blue line בלוס אנג'לס עודדה בעיקר נוסעי אוטובוס לעבור לרכבת, אך רק 21,000 נסיעות רכב יומיות נחסכו לטובת המסילה, מתוך 38 מיליון נסיעות יומיות! (תופעה דומה מתרחשת כיום בארץ, בקו תל אביב-חיפה כשהאוטובוסים של אגד מתרוקנים לטובת הרכבת, אך ללא השפעה על נפח התנועה של הרכב הפרטי). גם מערכת המסילות העירונית של Perth באוסטרליה שנפתחה ב-1992 גרמה להפחתת תנועת הרכב הפרטי בסדר גודל של 2.8%, בשעה שרוב הנוסעים היומיים (64%) זנחו את האוטובוס.

הדוגמאות הרבות ממחישות את הקושי למשוך נהגי רכב פרטי לשימוש ברכבת, אפילו כשמדובר במערכת ידידותית לסביבה ושמחיר הנסיעה בה מסובסד, בשעה שהרכבת מהווה מוקד משיכה בעיקר לנוסעי אוטובוס ולהולכי רגל.

הערכות חלופות תחבורתיות סובלת ממסד נתונים בעייתי, במיוחד שרישום מספר הנסיעות על פי מספר העליות לאוטובוס או לרכבת, מתעלם מתופעות של נסיעות מחוברות, כשאדם נוסע באוטובוס לרכבת ולאחר מכן, מהרכבת למטרתו בקו אוטובוס נוסף. הרישום בנפרד מציג תמונה מעוותת שכן רמת השירות ירדה, מבחינתו של הנוסע המחוייב בשימוש במספר אמצעי תחבורה נפרדים בשעה שהמצא הכללי רומז בצורה מטעת שחלה עלייה בשימוש באמצעי התחבורה הציבוריים. לעומת זאת, כשהנסיעות נמדדות במונחים של מוצא-יעד, מוצאים בדרך כלל ירידה בשימוש בתחבורה הציבורית, כשהרכבת גוררת ביטול קווי אוטובוס המרושתים בצורה צפופה יותר מאשר מסילות.

4. השפעת התחבורה הציבורית על שימושי הקרקע

האם תחבורה מסילתית משפיעה על שימושי הקרקע בצורה שונה או טובה יותר מאשר הובלת נוסעים באוטובוסים בעלי נתיבים בלעדיים? קיימת הטענה שלמערכת רכבות יש יותר יציבות מאשר לקווי אוטובוס, שכן התשתית המסילתית קבועה, לעומת קווים הניתנים לביטול ולשינוי, לפחות מבחינה תיאורטית. גם לדימוי של מערכת מודרנית יש חשיבות לא מבוטלת בעידוד יזמות לפיתוח הקרקע לאורך המסילה. לעומת זאת אפשר לטעון שהאוטובוס יותר גמיש, ומערכת המבוססת עליו יכולה להתאים את עצמה לשינויים בפריסה הגיאוגרפית של האוכלוסייה ובפעילותה, בניגוד למערכת מסילתית השבויה על ידי התשתית שלה. דוגמא להשפעה של מערכת האוטובוסים יעילה על התפתחות מרחבית היא זו של אוטווה, הנקראת: Ottawa bus - based transitway. המערכת פועלת כמו רשת מסילתית על דרכים בלעדיות אך עם מספר רב של תחנות כשהאוטובוס יכול לצאת במקומות רבים מהרשת הבלעדית כדי להוביל את הנוסעים למוקדי משיכה עירוניים. יתרונות המערכת:

- שירות מהיר בין תחנות בנתיב בלעדי (כמו מערכת רכבת קלה);
 - שירות קווים עיקריים בלי מעברים בין כלי תחבורה;
 - שירות מקומי בין תחנות המקושרות על ידי "אוטובוס מזין" (feeder);
- התוצאות על שימושי הקרקע חיוביות, כשבמקביל תקנות וחוקים מעודדים בנייה בקרבת נקודות המעבר (transit) והתכנון העירוני נותן עדיפות לתחבורה ציבורית ומעודד הליכה נוחה.
- באופן פרדוקסלי, דווקא מדינה ברמה כלכלית נמוכה יחסית, קולומביה, מציגה דוגמה מעניינת גם למדינות מפותחות, של מסלול נסיעה ייעודי לאוטובוסים שיעילותו התחבורתית גבוהה במיוחד. מסלול זה, בבירת המדינה בוגוטה, מצליח להשיג את השיא בנפחי הנוסעים: 35,000 נוסעים לשעה לכיוון אחד. כל זאת למרות בקרה משטרתית מועטת ותחזוקה ירודה. יעילות זו מושגת על ידי הגורמים הבאים (Ardila 2000):

- תחרות עזה בין חברות הובלה
- מסלול דו – נתיבי המאפשר עקיפות
- תחנות עצירה גדולות לשישה אוטובוסים חונים בו – זמנית
- נסיעה בשיירות של 12 – 16 אוטובוסים השומרים על פערים קצרים, עם מאפייני תנועה של רכבת תחתית. עם זאת, אין פרטים במחקר לעיל על רמת הבטיחות של מסלול תחבורה ציבורית זה...

5. יתרונות האוטובוס

הובלת נוסעים בתחבורה ציבורית צריכה להתמודד עם סוגיית ה"מעבר". זו נקודת התורפה של כל מערכת תחבורה ציבורית, אך לאוטובוס יש מענה טוב יותר מאשר למערכת מסילתית. הוא יכול לעבור מדרך ראשית לדרך משנית ולשרת גם שכונות מגורים כמו אזורים מרכזיים ובכך לצמצם מעברים ולהקטין זמני המתנה. חשוב יותר לצמצם את מספר המעברים מאשר את הזמן האובייקטיבי ההולך לאיבוד מבחינתו של הנוסע. שאיפה זו קשה יותר לביצוע בעזרת תחבורה מסילתית בשעה שרשת קווי אוטובוס ישירים היוצרים "קווי עומק", יכולה בעזרת תוואי נסיעה מפותל, להשיג נגישות גבוהה, אפילו במחיר תדירות נמוכה וזמני המתנה יותר גבוהים. שילוב קווים אלו עם קווי הזנה במחיר כרטיס אחיד מבוצע בקוריטיבה, ברזיל עם קווים "אדומים" בצירים מרכזיים, קווי הזנה "צהובים" המקשרים בין רובעים ורשת "ירוקה" של אוטובוסים הנעים במעגלים מקבילים לקישור אזורים יותר מרוחקים, ומערכת בקרה ממוחשבת מספקת את זכויות הקדימה לאוטובוסים.

מערכת אוטובוסים זולה יותר להקמה ולהפעלה במיוחד בהקשר להספקת האנרגיה שכן כלי הרכב אוטונומים בניגוד למערכת מסילתית (חשמלית). לרשת כבישים בלעדיים יש גם יתרון, בניגוד למסילה הבלעדית, של שימוש על ידי כלי רכב אחרים בשעות שפל ובמיוחד על ידי מוניות, רכב פרטי בעומס מלא וכדומה. הדבר אפשרי אמנם לרכבת קלה אשר מסילתה מונחת על המסעה אך במצב זה אין לרכבת בלעדיות וכלי רכב זה חסר את הגמישות התפעולית המאפשרת לאוטובוס לבצע עקיפות או שינויים בתוואי הנסיעה בנסיבות לא צפויות.

בסיכום, בהשקעה מתאימה, תחבורה ציבורית עירונית מבוססת על אוטובוסים יכולה להיות זולה ויעילה יותר מאשר הרכבת. פיתוח תחבורה מסילתית נעשה לעיתים מתוך צורך הפגנתי של החדרת טכנולוגיה חדישה, יותר מאשר חישוב רציונלי של עלות ותועלת. האוטובוס איננו אטרקטיבי לפוליטיקאים כמו תחנת רכבת חדשה ולפיכך הוא זקוק לשיפור בדימוי שלו, להתייעלות ביחס לצורה שבה הוא מתפקד כיום (מידע לציבור, דיוק, נוחות) ולעידוד השימוש דרך מדיניות מחירים מושכת.

מראי מקום :

Ardila A., Rodriguez D.A.(2000): How chaos does not destroy ridership. Transportation Research Record 1726, TRB, Wash. 1 – 7.

Hensher D.A. (1999): A bus – based transitway or light rail? Road Transport Research 8, 3, 3 – 21.

Hensher D.A. et al. (1994): Light rail and bus priority systems. Research In Transport Economy.

Herbst K. (1992): Brazil's model city. Planning, Sept. 24 – 27.

Richmond J. (1998): New rail transit investments. Harvard Uni. Mss.

Smith N., Hensher D. A. (1998): The future of exclusive busways. Transport Reviews, 18, 131 – 152.

אמצעים הנדסיים לשיפור פעילות האוטובוס

Jepson D., Ferreira L. (1999): Assessing travel time impacts of measures to enhance bus operations. Road and Transport Research 8, 4, 41 – 54.

מבוא:

תחבורה ציבורית יעילה צריכה לתפקד תוך כדי תחרות עם התחבורה הפרטית. עידוד השימוש באוטובוס במקום במכונית הפרטית מחייב שיפור תפקודו של הרכב הציבורי, במיוחד על ידי מתן עדיפות בצמתים וצמצום זמני הנסיעה. מטרה זו ניתנת להשגה כשזכות הקדימה מתקבלת לאוטובוס בלבד בתוך רשת הכבישים העורקיים של מערכת התחבורה העירונית. החוקרים מתארים בפירוט מגוון אמצעים הנמצאים בשימוש במקומות שונים בעולם והמיועדים לשפר את רמת השירות של האוטובוס על ידי מתן זכות קדימה ייעודית. נמצא שנקודת התורפה של תחבורה המבוססת על האוטובוס טמונה בזמן הרב הנחוץ לנוסעים להגיע לייעדם, אם לוקחים בחשבון לא רק את זמני הנסיעה בפועל אלא גם את אובדן הזמן בהמתנות, בעצירות בתחנות, בזמני העליה והירידה של הנוסעים ובשלבי ההאצה וההאטה. בתנאי תחבורה עירוניים רבים נמצא שזמן הנסיעה הממוצע באוטובוס ארוך פי שניים יותר מזמן הנסיעה ברכב פרטי. לפיכך, קיצור זמן הנסיעה מהווה יעד קריטי לעידוד המעבר הכל כך רצוי מבחינה אקולוגית וכלכלית לתחבורה הציבורית. אמצעים הנדסיים שונים יכולים לשפר את ביצועי

האוטובוס מול התחרות של הרכב הפרטי אם הוא מקבל זכות קדימה בנקודות קריטיות של הרשת. אמצעים אלו כוללים נתיבים ייעודיים (נת"צ), מתן עדיפות לאוטובוס ברמזור, מסלולי נסיעה נפרדים (busway), שכלול תהליכי העצירה בתחנות, צמצום זמני העלייה והירידה ומתן עדיפות לאוטובוס בשלבי ההשתלבות בזרם התנועה בצאתו מהתחנה.

נתיבי תחבורה ציבורית:

אלו נתיבים הכלולים במסלול הנסיעה והנמצאים בדרך כלל בצידה הימני של המסעה, אך גם לפעמים, בצד שמאל. הרכב הציבורי נע בכיוון התנועה והנת"צ יכול לשמש כנתיב בלעדי של התחבורה הציבורית בשעות העומס וכנתיב פתוח או אפילו כמקום חנייה בשעות השפל. נתיב נסיעה בכיוון הפוך לתנועה משולב לעיתים ברחוב חד – סטרי. כשהתנועה נעה בכיוון אחיד יש צורך לפתוח את הנתיב לתנועת הרכב הפרטי בקרבת צמתים כדי לאפשר פנייה. קיימת גירסה "מקוצרת" של הנת"צ המסתיימת לפני הצומת כדי לייעל את הפעילות באזור זה, במיוחד בנפחי תנועה כללית גבוהים (lane set – back).

נתיב תחבורה ציבורית מרכזי (median lane):

כשנתיב הנסיעה המיועד לתחבורה ציבורית נמצא במרכז המסעה, הוא יכול לפעול הן בכיוון התנועה והן בכיוון נגדי, אך בדרך כלל שימושו עדיף בקווי נסיעה אורכיים מעטי עצירות. בתחנות האוטובוס של קווים אלו יש צורך במבנים מתאימים לחציית הנוסעים העולים והיורדים כך שאין נתיב מסוג זה ישנם בכל מקום. היתרון של נתיב מרכזי טמון בצמצום הפסדי הזמן הנובעים מתנועת רכב פרטי בצמתים הפונה ימינה ושמאלה. פתרון הנדסי זה מציג אם כן יתרונות במונחי זמן אך יש לו חסרונות בטיחותיים לגבי הולכי רגל, וגם כאמור, אי אפשר לבנות נתיבים אלו בכל מקום בתוך המרקם העירוני הצפוף.

מתן זכות קדימה לאוטובוס:

המהנדסים מבדילים בין שני מצבי זכות קדימה:

א. זכות קדימה אקטיבית המתבטאת בשידור אות זיהוי על ידי האוטובוס לעבר מערכת הרמזורים כדי לצמצם את זמן ההמתנה. מערכת ממוחשבת לוקחת בחשבון את נתוני האוטובוס תוך כדי שקלול אורך המופעים לפי מיקומו ואפילו לפי מספר הנוסעים באוטובוס.

ב. זכות קדימה פסיבית שלפיה מותר לאוטובוס לבצע תמרון ייחודי האסור על כלל התנועה. למשל מותר לאוטובוס לפנות ימינה בצמתים מסויימים או שלאוטובוס יש נתיב נסיעה ברחוב חד - סטרי לכלל התנועה. לעיתים התמרון איננו אסור לתנועה הכללית אלא רק בשעות עומס אך בשעות אלו יש לאוטובוס יתרון.

מסלול רכב ציבורי (busway):

פתרון הנדסי זה מבודד את התחבורה הציבורית מכלל התנועה ונותן לאוטובוס אפשרות לנוע במהירות בכביש המשרת רק אותו. אמצעי זה יעיל מאוד מבחינתו של הנוסע במונחים של זמן, אך עלותו גבוהה ואין לו צידוק בכל מקום. תכנונו חייב לקחת בחשבון את קטעי החיבור בין הכביש ה"ציבורי" והדרכים הרגילות. אין ספק שרשת כבישים בלעדיים יכולה לפעול כמו רשת רכבות עם היתרון שבקצה הדרך, ה"רכבת" על גלגלי גומי יכולה לרדת ממסילתה ולהמשיך בנסיעה בכבישים רגילים.

תאונות חזית – צד בצמתים מרומזרים

מקור: **מהלאל ד.** (2000), דו"ח 280 \ 2000, המכון לחקר התחבורה, טכניון. (המחקר במימון הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים).

תאונות חזית – צד מתרחשות כשכלי רכב אחד נע בתוואי החותך את קו הנסיעה של רכב הנע ביחס אליו בזווית קרובה לניצב, או לפחות בזווית גדולה ושאינה מאפשרת התמזגות, כמו בכניסה לכביש מהיר. בצומת מרומזר, שתי תנועות אלו אינן מתקיימות בו – זמנית בעיקרון, כיון שאור ירוק בכיוון דרום צפון למשל, משולב עם אור אדום בכיוון מזרח מערב. עם זאת, מתרחשים מצבים בהם המפגש בין תנועות חותכות מתקיים למרות זאת, כמו במקרה של מתן אפשרות לפנייה שמאלה המשולבת עם אור ירוק לתנועה ממול. מצב זה שכיח במספר ארצות באירופה.

בארץ תנועה זו אסורה וחלוקת המופעים ברמזורים מונעת חיתוך אפשרי בין זרמי תנועה. פרופ' מהלאל מדגיש שהשיטה המקובלת בישראל שמרנית במיוחד כך שתאונות חזית – צד היו צריכות להיות נדירות בצמתים מרומזרים. לפיכך מפתיע למצוא שהממצאים סותרים את העיקרון התיאורטי: שיעור תאונות חזית

– צד בישראל הולך וגדל דווקא בצמתים מרומזרים ומגיע ל – 70% ב – 1999, לעומת שיעור יותר צנוע של כ – 30% בשנות השמונים. לגידול זה משמעות בטיחותית מרובה שכן לא רק התופעה מציגה סימן שאלה על יעילות חלוקת המופעים של הרמזור, אלא גם שתאונת חזית – צד חמורה יותר מאשר התאונה השכיחה בדרך כלל בצומת מרומזר, והיא תאונת פנים – אחר. עם זאת, חומרת תאונות חזית – צד נוטה לרדת בין 1993 ו – 1999.

הממצא העיקרי שנמצא במחקר מוצג להלן:

שנה	תאונות ח'צ	תאונות אחרות	סה"כ תאונות
1993	914	1652	2566
1999	1720	785	2505

טבלה 1. מספר תאונות בצמתים מרומזרים

ממצאים אלו מצביעים על שינוי מהותי בדפוס התאונות כשתאונות חזית – צד הופכות לשכיחות ביותר על חשבון סוגי תאונות אחרים. יש לציין שבמקביל חל שינוי גם בחומרת התאונות, כשתאונות ח'צ מציגות חומרה פחותה, אך שחומרת תאונות אחרות באותם צמתים גבוהה יותר ב – 1999 מאשר בתקופה הקודמת, כנראה בטבלאות הבאות:

שנה	תאונות ח'צ	תאונות אחרות
1993	10.3%	7.6%
1999	7.0%	15.4%

טבלה 2. חומרת תאונות בצמתים מרומזרים
(שיעור תאונות קשות וקטלניות)

סוג	תאונות ח'צ	תאונות ח'צ	תאונות	תאונות
-----	------------	------------	--------	--------

שנה	עירונית	בין - עירונית	אחרות עירונית	אחרות בין - עירונית
1993	8.3 %	19.5 %	8.1 %	5.6 %
1999	5.6 %	10.6 %	15.8 %	14.4 %

טבלה 3. שיעור תאונות קשות וקטלניות בתחום העירוני והבין - עירוני

שנה	תאונות חוץ קטלניות	תאונות אחרות	קטלניות	סה"כ קטלניות תאונות
1993	8	13	21	21
1999	20	19	39	39

טבלה 4. מספר תאונות קטלניות בצמתים מרומזרים

מסקנות המחקר:

א. בין השנים 1993 ו- 1999, חלה בישראל עלייה חדה במספר המוחלט ובמספר היחסי של תאונות חזית - צד בצמתים מרומזרים, הן בשטח עירוני והן בדרכים בין - עירוניות. חלקה של תאונה זו מגיע ל- 70 % מכלל התאונות בצמתים אלו.

ב. חומרת תאונות חזית - צד נוטה לרדת בצמתים מרומזרים, מ- 10 % ב- 1993 ל- 7 % ב- 1999. באותה תקופה לעומת זאת, חומרת התאונות האחרות בצמתים אלו עולה.

ג. מספר תאונות חזית – צד הקטלניות עלה בצמתים מרומזרים בתקופה הנבדקת. ב – 1999 שיעור התאונות הקטלניות מסוג חוצ מגיע ל – 50 % מכלל התאונות הקטלניות בצמתים אלו.

המגמה שזוהתה מנוגדת לתחזיות הצפויות לגבי השפעת הרמזור על מאפייני תאונות. החוקר מציע לבדוק אפשרות של כשל תכנוני הקשור לחלוקה היעילה של זמני המופעים, למיקום ונראות פנסי הרמזורים בצמתים קרובים. לא מן הנמנע שהבעיה צפונה בירידה ברמת הציות לאור האדום ולא רק בפגם טכני.

תכנון חזית הרכב למיתון הפגיעה בהולכי רגל וברוכבי אופניים

CRASH(2001): safer car fronts for pedestrian and cyclists. ETSC's newsletter on european vehicle crash protection, February edition.

רקע:

אחד מהנושאים המבטיחים ביותר בתחום הבטיחות, לדעת ועדת התחבורה של הפרלמנט האירופי, הוא שיפור בתכנון חזית כלי רכב במטרה למתן את הפגיעות בהולכי רגל וברוכבי אופניים בעת תאונה. המומחים מעריכים

שאימוץ סדרת תקנות חדשות יכול לצמצם את חומרת הפגיעה של אלפי אנשים כל שנה באירופה.

בתחום השוק המשותף 180,000 בני אדם נפגעים קשה כהולכי רגל וכרוכבי אופניים. מהם נהרגים 8,900 (נתוני 1998). רובם נפגעו בדרכים עירוניות ובחלקם הגדול מדובר בילדים ובקשישים. כשהמגמה היום היא לעודד את הנהגים והנוסעים ברכב פרטי לעבור לשימוש באמצעי תחבורה יותר ידידותיים לסביבה, תחבורה ציבורית ורכיבה על אופניים, הצורך עוד יותר דחוף שלא לגרור מעבר בלתי מבוקר לסוג של ניידות הכרוך בסיכון – יתר, בשעה שאמצעי התחבורה הקודם היה יותר בטוח: הסיכון לפגיעה קטלנית גדול פי שמונה בקרב הולך הרגל לעומת סיכון זה אצל הנוסע ברכב פרטי.

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

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

שיפורים נחוצים:

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

א. פגושים: חלק זה של חזית הרכב אחראי לפגיעה ברגלי ההולך. מאחורי החלק הגמיש יחסית והעשוי מחומרים פלסטיים, נמצאים חלקים קשיחים שנחוץ

להרחיק ב – 5 עד 7.5 ס"מ כדי לתת אפשרות לדחיסה ולהזזת הפגוש במרחב זה.

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

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

חגורות בטיחות ברכב מפרקי

Haworth N., et al.(1999): seat belts for truck drivers. Austroads Inc. and Accident Research Center, Monash University, Australia.

למרות הימצאות חגורות בטיחות בכלי רכב כבדים מודרניים באוסטרליה, רמת השימוש בהן על ידי נהגים מקצועיים נשארה נמוכה. הנהגים מתרצים את התנהגותם בנימוקים של חוסר נוחיות, במיוחד בכלי רכב בהם מושב הנהג מצוייד בבולמי זעזועים גמישים, וכן גם מתוך דעה שכיחה שלפיה החגורה רק תפריע להם מלהתחמק מפגיעה במקרה של תאונה, כשבמקרים רבים, לדעת נהגים אלו, יש להם סיכוי להימלט מההתנגשות על ידי זינוק מחוץ לתא הנהיגה. בפועל, נמצא במחקרים סטטיסטיים שנהגי רכב כבד, ובמיוחד רכב מפרקי, נמצאים בסיכון – יתר ביחס לרכב אחיד ולרכב פרטי. ב-1990 שיעור הקטלניות של נהגים אלו היה הרוג ל – 84 מיליון ק"מ נסיעה. לעומת זאת, הקטלניות ברכב אחיד, כולל משאיות קלות, היה רק הרוג אחד ל – 160 מיליון ק"מ נסיעה, כלומר הסיכון של נהג הרכב המפרקי נמצא כפול מהסיכון למות של הנהגים האחרים. באופן דומה נמצא ששיעור ההרוגים ל – 10,000 כלי רכב מגיע ל – 9 במקרה של נהגי הרכב המפרקי לעומת רק 0.9 לגבי הנהגים האחרים. מדובר אם כן בסיכון

הרבה יותר גבוה, כך שיש צורך דחוף לעודד את השימוש בכל האמצעים התורמים לבטיחות, ובמיוחד בחגורת הבטיחות הזמינה ושניצולה אינו כרוך בעלויות נוספות.

בסקר שבוצע לאחרונה נבדקה רמת החגירה על מדגם של 584 כלי רכב כבדים וכן רואינו 184 נהגים. התצפיות הראו רמת חגירה של 8 – 9 אחוזים בקרב נהגי רכב אחד וכנראה הרבה פחות ברכב מפרקי, אך כאן נתקלו החוקרים בקושי לקבוע בתצפית חיצונית אם הנהג חגור.

ראיון נהגים העלה שהשימוש בחגורה נדיר:

- 72% אינם חוגרים כלל
- 16% מדווחים על העדר חגורה ברכבם
- 6% טוענים שהם חוגרים לפעמים
- 4% מצהירים על שימוש סדיר בחגורה

נהגים רבים טוענים שאין ביכולתם לחגור באופן שיטתי בגלל עצירות מרובות המחייבות יציאה מהרכב. במקביל נשמעת הטענה שלחגורה תועלת זעירה ברכב כבד וכן מסתבר שנהגים בעלי מידות גוף גדולות, מתקשים יותר לחגור מטעמי נוחות.

מסקנות המחקר הן שיש להפעיל יותר לחצים על נהגי רכב מפרקי לחגור את חגורת הבטיחות, הן על ידי אכיפה יותר נמרצת והן דרך הסברה מוגברת לגבי התועלת האמיתית של החגורה, גם ברכב כבד אשר נהגו נמצא בסיכון הרבה יותר גבוה ממה שהנהגים המקצועיים חושבים.

היש תועלת במערכת מניעת נעילת הגלגלים (ABS)?

Farmer C.M. (2001): New evidence concerning fatal crashes of passenger vehicles before and after adding antilock braking systems. Accident Analysis and Prevention 33, 3, 361 – 369.

מניעת נעילת הגלגלים בעת בלימת חירום בעזרת מערכת ABS מושגת בהצלחה והוכיחה את יעילותה ואת יתרונותיה במסלולי ניסויים של חברות רכב רבות.

המערכת מאפשרת לנהג הבולם על משטח חלקלק להמשיך ולהפעיל ביעילות את ההגה ובכך להימנע מפגיעה במכשולים שונים, לעומת רכב אשר במצב דומה אך ללא אמצעי זה נכנס בעת בלימת החירום לנעילת הגלגלים ולאובדן השליטה במערכת ההיגוי.

היה אפשר לחשוב שאמצעי שנבדק בצורה מדוקדקת ואשר יתרונותיו הוכחו חד – משמעית בתנאי מעבדה מבוקרים יתרום לבטיחות הרכב, כמו שהוא תרם ללא ספק לבטיחות מטוסים בשעת המראה ונחיתה מזה שנים רבות. החל משנת 1980, מספר יצרני רכב הציגו מערכות אלו כאופציה בסוגי רכב פרטי שונים וגם ברכב מסחרי. האופציה הטכנית החדשה (והיקרה למדי) הוצגה כפיתוח משמעותי ואפילו מהפכני בתחום הבטיחות האקטיבית.

בעשרים השנים האחרונות, בוצעו מחקרים רבים כדי להעריך את תרומתו האמיתית של אמצעי זה, אך כאן חיכתה לחוקרים הפתעה מאכזבת: בכל המחקרים שנעשו באירופה ובארה"ב, על מעורבות רכב מצוייד במנגנון מניעת נעילת גלגלים (להלן "ממנג"), בסוגי תאונות שבהן הוא היה אמור להציג יתרון, ובמיוחד תאונות החלקה, תאונות בחורף והתנגשויות פנים – אחר, לא נמצא כל שיפור בהשוואה לסוגי רכב זהים אך ללא ממנג, ולגבי סוגי תאונות מסויימים כמו תאונות רכב יחיד ויציאה מהכביש, הרכב המצוייד הציג מעורבות – יתר מדאיגה.

מספר השערות הועלו כדי להסביר ממצאים בלתי צפויים אלו. יש שסברו שנהגים חסרי ניסיון וללא הדרכה מתאימה לא ידעו לנצל את יתרונות המערכת וקלקלו את הבלימה בתמיכתה כשהמשיכו לבלום לסרוגין, כמו שהם למדו לבלום עם בלמים שגרתיים, כאשר יתרונות המערכת טמונות בבלימה חזקה ורציפה וכשהמנגנון עצמו יודע לשחרר את הלחץ על הגלגלים ולמנוע את נעילתם תוך כדי השגת בלימה מרבית. אפשרות נוספת היא שבעת בלימת חירום, ביצעו הנהגים חסרי הדרכה מתאימה פעולות היגוי חריפות מדי, כדי להימנע מהתנגשות עם רכב אחר אך עם הגברת הסיכוי ליציאה מהכביש ולהתהפכות. השערה נוספת, המבוססת על המודל הפסיכולוגי של "מנגנון הפיצוי", מסבירה את לקיחת הסיכון הגוברת בקרב נהגים הרואים בממנג מעין בלמי פלא ואשר נוכחותם ברכבם דרבנה אותם לנהיגה מסוכנת המקזזת ביתרון הבטיחותי ההתחלתי של המערכת.

אם אכן אובדן היתרון של הממנג נובע ממידע לקוי של הנהג, מדובר בגורם הניתן לשיפור על ידי הדרכה והסברה, מה גם שנהגים רבים יכלו במרוצת השנים לרכוש ניסיון וללמוד לבלום בצורה מיטבית. לפיכך בוצע מחקר במכון לבטיחות בדרכים של חברות הביטוח האמריקאיות (IIHS), המשווה את מעורבות המכוניות בהן מורכב ממנג לעומת מכוניות זהות ללא מנגנון זה בשתי תקופות. נאספו נתוני מעורבות בתאונות קטלניות של 41 סוגי רכב שונים בשנת ייצור אחת לפני הופעת הרכב עם ממנג ובשנת הייצור הראשונה לאחר הופעתו בשוק עם ממנג. ההשוואה בין הרכב מצוייד לעומת רכב לא מצוייד בנוייה על היחס בין ההיפגעות בתקופה

"לפני" הצטיידות להיפגעות הצפוייה לאחר ההצטיידות על פי הנתונים הקודמים והנסועה של התקופה השנייה, המשמשת כמדד חשיפה. ניתוח הממצאים מעלה תמונה מורכבת של מעורבות – יתר או של מעורבות – חסר בסוגים שונים של תאונות קטלניות של הרכב המצוייד לעומת הרכב הלא מצוייד (כלומר אותו סוג רכב אך משנת ייצור קודמת). עם זאת, בתקופת הבדיקה הראשונה (שנת 1995), הרכב המצוייד מציג מעורבות – יתר בתאונות קטלניות בהן נפגעו הנוסעים באותו רכב, אך תופעה זו נעלמה בממצאי תקופה מאוחרת יותר (1996 – 98). גם מעורבות היתר של הרכב המצוייד בתאונות יחיד נוטה להעלם בממצאים האחרונים.

במסגרת המחקר בוצעה בדיקה מיוחדת של 15 סוגי רכב מתוצרת חברת G.M שצויידו ב – 1992 במערכת זהה. דבר זה יוצר קבוצה יותר הומוגנית לבדיקה.

השוואת מעורבותם בתאונות מוצגת בטבלאות הבאות :

מספר תאונות נצפה	מספר תאונות צפוי	
332	274.5	מספר התאונות עם נפגעים בתוך הרכב המצוייד
158	108.1	מספר תאונות רכב יחיד
149	96.1	יציאה מהכביש
485	471	כלל תאונות קטלניות ברכב מצוייד

מספר תאונות חזויות ונצפות בשנים 1993 – 95

מספר תאונות נצפה	מספר תאונות צפוי	
------------------	------------------	--

324	345.9	מספר תאונות עם נפגעים בתוך הרכב המצוייד
132	137	תאונות רכב יחיד
121	125.3	יציאה מהכביש
489	524	כלל תאונות קטלניות ברכב מצוייד

מספר תאונות צפוי ונצפה בשנים 1996 – 98

לגבי כלי רכב מתוצרת חברות אחרות הממצאים מתייחסים לתקופות שונות אך הממצאים מדגישים את בעייתיות המערכת:

מספר תאונות נצפה	מספר תאונות צפוי	
644	591	כלל תאונות קטלניות
347	347.7	התנגשויות מרובות רכב
297	243.3	תאונות רכב יחיד

מספר תאונות צפוי ונצפה בשנים 1986 - 98

מסקנות המחקר הן שחל שיפור במעורבות כלי הרכב המצויידים במערכות ממנג בתקופה האחרונה שנבדקה, בהשוואה לתקופות קודמות, כנראה כתוצאה של התנהגות מיומנת וזהירה יותר של הנהגים שלמדו שלא לסמוך יותר מדי על מערכת זו. הממצאים מצביעים על העלמות סיכון היתר של הרכב המצוייד בסוגי תאונות מסויימים, אם כי השינוי איננו שלם. במיוחד יש לציין את מעורבות היתר בתאונות יחיד של רכב מצוייד בממנג. אך הממצא הפחות משמח הוא שאם סיכון היתר נוטה להעלם, לא נמצא נכון להיום יתרון בטיחותי מוכח של מערכת זו במספר רב של כלי רכב פרטיים, למרות נתוני מעבדה מרשימים. (יש לציין שהמחקר התמקד אך ורק בכלי רכב קלים ולא ברכב מסחרי וכבד שלגביו המסקנות יכולות להיות שונות בתכלית).

היבטים בטיחותיים של מראת רכב פנורמית בצד הנהג

Luoma J., Flannagan M.J., Sivak M.(2000): Effects of nonplanar

השאלה אם שימוש במראות רכב פנורמיות המציגות משטח קמור, כלומר ברדיוס סופי אחיד או משתנה, בהשוואה למראות שטוחות, מלווה בסיכון – יתר, נדונה מזמן רב, אך ללא מסקנות ברורות. למראה הפנורמית יש את היתרון שבמידות נתונות, שדה הראייה גדול מאשר במראה שטוחה, אך זאת על חשבון עיוות הצורות, המידות והמרחקים. הערכת מרחקים שהיא כה חיונית בנהיגה, מהווה לפיכך מטלה יותר קשה כשלנהג מראה פנורמית וגם הערכת המהירויות יותר בעייתית בגלל הקצב הבלתי אחיד של שינויי המידות הנראות לנהג. בארה"ב חל איסור בשימוש במראה פנורמית חיצונית מצד הנהג, בשעה שהדבר מותר באירופה. מעט מחקרים בדקו את סוגיית המראה ואת ההשלכות הבטיחותיות של צפייה במראה פנורמית. נראה שאכן מראה זו מקשה על הנהיגה, אך בפועל, הנהגים מסתגלים ולומדים מתוך הניסיון לבצע הערכות מתוקנות, או המתוגברות במקדם בטיחות.

הועלתה ההשערה שהשפעת המראה החיצונית על התחוללות תאונות תבוא לכדי ביטוי בתאונות המחייבות שימוש אינטנסיבי של המראה מצדו של הנהג, ובמיוחד בתאונות הקשורות להחלפת נתיב. בתמרון זה, טעות בהערכת מרחק וזמן בגלל קמירות המראה, תוביל לסטייה מהנתיב בצורה מסוכנת, במיוחד שהרכב מאחור, נע במהירות גבוהה ונמצא בשלבי עקיפה. לעומת זאת, המראה הפנורמית מספקת שדה ראייה יותר מורחב, ומצמצמת את "השדה המת". מחקרים מסויימים ניסו להעריך את היתרון הסופי במונחים של בטיחות, ונמצא שרכב מצויד במראה שטוחה מעורב יותר מאשר רכב עם מראה פנורמית, בסוג זה של תאונות, אך ההבדלים זעירים. המחקר הנוכחי בוצע בפינלנד, בה נבדקו כ- 1000 התנגשויות שנגרמו בשעת מעבר מנתיב לנתיב בשנים 1987 – 98.

ממצאים:

- א. רכב מצויד במראה פנורמית קמורה או בעלת רדיוס משתנה בצד הנהג מעורב ב- 23% פחות מרכב בעל מראה שטוחה, בסוג התאונות הנבדק.
- ב. אין הבדל משמעותי בין מראה קמורה בעלת רדיוס אחיד, ובין מראה עם רדיוס משתנה.
- ג. המראה הפנורמית יעילה במיוחד לגבי נהגים בקבוצות הגיל הקיצוניות: בני 24 ופחות, ובני 55 ויותר. אלו נהגים המאופיינים או בחוסר ניסיון, או בקושי בתפיסה הראייתית ועיבודה.
- ד. התרומה הבטיחותית של המראה הפנורמית גדולה בעיקר כשהרכב המצויד בה נעקף על ידי רכב אחר (לעומת המצב בו רכב זה מבצע עקיפה).
- ה. השפעת המראה הפנורמית נמצאה רק בניתוח תאונות עירוניות.

אכיפה אקראית בעוצמה נמוכה: המודל האוסטרלי

Newstead S.V., Cameron M.H., Mark L., Leggett W.(2001): The crash reduction effectiveness of a network – wide traffic police deployment system. *Accident Analysis and Prevention* 33, 3, 393 – 406.

מבוא:

במדינת Queensland באוסטרליה, פותח מודל אכיפה משטרתית המבוסס על עיקרון הפיזור האקראי של כוחות האכיפה, במרחב ובזמן, במחיר של הפחתת העוצמה ורמת הפעילות אך עם היתרון של כיסוי רחב ככל האפשר של רשת הדרכים שעליה מופקדת יחידה משטרתית.

התוכנית בוצעה על חלק מהרשת במדינה זו שבה התחוללו למעלה ממחצית התאונות. מחקר מעקב על השפעת הגישה החדשנית, השונה משיטת השיטור הרגילה, בה שמים דגש על אתרים מיועדים לפורענות, הראה שיש לה יתרון מבחינה בטיחותית.

האכיפה הקלאסית בנוייה על עיקרון הבולטות המרוכזת במקומות ובקטעי דרך בהם רמת הפעילות והעומס מובילים לעבריינות ולתאונות רבות. נוכחות מאסיבית של המשטרה הוכיחה את יעילותה בהפחתת עבריינות התנועה, וכתוצאה מכך, בגרימת ירידה במספר התאונות. עם זאת, לגישה זו נקודת תורפה, הטמונה בעובדה שאין המשטרה יכולה להתמיד בפעילות מרוכזת לאורך זמן, ומבצעי "בליץ" למיניהם מתקיימים רק לפרקי זמן קצרים, עד שכוחות המשטרה חייבים להתפזר ולטפל ב"כיבוי שרפות" במקומות אחרים.

בניגוד לגישה שבה גידול מספר התאונות באתרים מסויימים, הוא שמכתיב למשטרה את אופן פעולתה, הוצעה כבר לפני למעלה מעשרים שנים גישה שונה, שמקורה התיאורטי טמון במודל הפסיכולוגי של הלמידה בדרך ההתנייה (conditionning). כבר לפני מאה שנים הראה המדען הרוסי פבלוב בניסוייו המפורסמים על כלבים את חשיבות ה"חיזוק" האקראי בשמירת התנהגות נרכשת. אם הכלב למד להגיב לגירוי "מותנה" כמו צליל הפעמון כיוון שתגובתו הרצויה זכתה לחיזוק, כלומר לתגמול, למידה זו תימשך ותחזיק מעמד ככל שהחיזוק יינתן במרוצת הלמידה בצורה בלתי סדירה, כלומר ברמת אקראיות מסויימת.

מודל הלמידה בהתנייה ניתן ליישום גם לגבי בני אדם ובמיוחד בהקשר לאכיפה. הסיכוי לנוכחות המשטרה מהווה את החיזוק האמור לייצור התנהגות רצויה. הפעלתו השיטתית גוררת תגובה נאותה, כלומר נהיגה לפי הכללים, אך היעלמותו של החיזוק מלווה מהר מאוד בחזרה לרמת העבריינות הקודמת. לעומת זאת, התנייה בצורה לא סדירה או אקראית, שמונעת מהנהג חיזוי מדוייק של מפגש עם המשטרה, מעודדת אותו לשמור על ההתנהגות הזהירה גם בהעדר השוטר, כיוון שהיעדרות זו ביום או במקום מסויים איננה מעידה על הסתלקות המשטרה באופן סופי מפעילות באותו אזור ובאותה תקופה. ידוע שאי ודאות לגבי המשך פעילות המשטרה מגביר את אפקט ה"הילה", לפיו הנהג ממשיך להיות מושפע מנוכחות המשטרה גם במרחק ממוקד הפעילות ואף גם במשך זמן מה לאחריה, לפעמים במשך מספר ימים.

המודל האוסטרלי המוצג במחקר הנוכחי מציג גישה של פעילות אכיפה שגרתית בעוצמה נמוכה, אך בפיזור אקראי במרחב ובזמן, היוצר, מבחינתו של הנהג, אי – ודאות מרבית לגבי נוכחות השוטר. גישה זו מנצלת את כוחות המשטרה תוך כדי השגת השפעה ממשיכה ללא צורך במבצעים בעוצמה גבוהה אך שאינם ממשיכים אלא במשך זמן קצר.

ביצוע והערכת התוכנית:

המטרה של התוכנית שבוצעה בקווינסלנד בשנים 1992 – 97 היתה להשיג פריסה משטרתית מרבית כשכל יחידת משטרה מבצעת פעילות במלוא המרחב הגיאוגרפי שבאחריותה, ולא בהקשר לאירועים המתמקדים באתרים מרובי עבירות ותאונות. התוכנית יושמה בצורה הדרגתית עד שהושגה פריסה מרבית של 279 יחידות משטרה שהיו מעורבות בתוכנית. כל יחידה פעלה ב – 40 קטעי דרך שונים שבמחוז, במסגרת יום עבודה המתחיל ב – 6 בבוקר והמסתיים בחצות. בכל קטע מתבצעת פעילות אכיפה במשך שעתיים, וקטעי הדרך, כמו הזמן בו מבוצעת הפעולה, נבחרים בצורה אקראית במטרה להשיג כיסוי מלא כך שכל שוטר ביחידה תורם 2 שעות עבודה בשבוע בצורת נוכחות בולטת ברכב באתר נתון ובפעילות אכיפה רגילה. לא נעשתה כל הסברה ותעמולה באמצעי התקשורת כדי להגביר את מודעות הציבור לעבודת המשטרה.

תוצאות התוכנית מראים שבאופן כללי, הנהגים שנחשפו לנוכחות המשטרה במסגרת הפעילויות האקראיות, שיפרו את התנהגותם ונהנו מירידה משמעותית במספר התאונות. מעניין במיוחד לציין את ההפחתה במספר התאונות הקטלניות בסדר גודל של 31%. גם בשנה השלישית להפעלת התוכנית, ולמרות תופעת שחיקה בלתי נמנעת, הושגה הפחתה של 15% בתאונות אלו תודות לשיטת האכיפה. באזור המטרופוליטני של בריסבן, בירת המדינה, השיפור הבטיחותי הכולל מבחינת הפחתת מספר התאונות מגיע כ – 20%.

ממצא מעניין אחר הוא הבלטת חשיבות רמת הכיסוי של המרחב המשטרתית כגורם מכריע בהשגת התוצאות החיוביות הללו, לעומת גורמים אחרים כמו כמות העבירות או מספר שעות העבודה המושקעות בתוכנית האכיפה, שלא הראו קשר כמותי משמעותי עם מספר התאונות הנחסך.

המחקר מדגיש את העובדה ששינויים חיוביים בתחום מניעת תאונות ניתנים להשגה על ידי פעילות משטרתית שגרתית וזולה יחסית שכן לא הושקעו משאבים במסגרת התוכנית בפעולות הסברה מיוחדות, ולא הוגדלה כמות שעות העבודה של המשטרה, אלא נעשה בעיקר מאמץ לשימוש מיטבי במשאבים קיימים. 279 יחידות משטרה, הפועלות ב – 40 אתרים, כלומר בפריסה ב – 11,000 קטעי דרך, סיפקו במוצע 4 שעות עבודה לאתר, כלומר שני "ביקורים" בשנה. הפריסה לקילומטר כביש היתה נמוכה במיוחד, ולמרות זאת היא השיגה בולטות טובה ויצירת תחושה של נוכחות משטרה רציפה, גם במקומות מרוחקים ובשעות לילה

די מאוחרות. הושגו הפחתות מהירות צנועות אך בפיזור גבוה ואשר השפעתן על ההסתברות לתאונה איננה זניחה. המחקר מראה בצורה ברורה, אך מבלי לתת לכך הסבר מלא, שפריסה רחבה, המספקת רמת כיסוי גיאוגרפי מרבית, אפילו במחיר עוצמת פעילות נמוכה לקילומטר כביש, משיגה יעילות גבוהה יותר מאשר פעילות המתמקדת באתרים המועדים לפורענות.

השפעת התליית הרשיון על נהגים עברייני שכרות

Voas R.B. et al.(1998): Impact of Ohio administrative license suspension. AAAM 42nd Annual Conference, 401 – 415.

השפעת ההתלייה המינהלית של רשיון הנהיגה של 46,000 נהגים שנעצרו בגין נהיגה בשכרות, נבדקה במדינת אוהיו בארה"ב. השאלה שהחוקרים הציבו היתה האם סוג זה של ענישה מיידית יוצר כושר הרתעה עתידי, לאחר שהנהג מקבל בחזרה את רשיונו. מדובר בתהליך בו הנהג מנוע מלנהוג בתקופת ההתלייה, אך בניגוד לתהליך של שלילת הרשיון, אין הוא מחוייב לעבור בחזרה את מבחן הנהיגה. ענישה על ידי נטילת הרשיון מיועדת לפגוע בנהג על ידי הרחקתו מההגה במשך זמן מסויים אך מחקרים רבים הצביעו בעבר על אחוז לא מבוטל של נהיגה בתקופת ההתלייה או השלילה כיוון שמעטים הסיכויים לזהות ולעצור נהגים אלו. במיוחד כשמדובר בעבירת השכרות, רמת הציות לאיסור לנהוג נמוכה מאוד ומעריכים שרק 25% מהנהגים המחוייבים אכן מציינים לדרישת החוק. חלק גדול מהנהגים ממשיכים לנהוג לא רק בתקופה שאין בידם רשיון תקף, אלא שהם ממשיכים לנהוג בלי רשיון גם לאחר סיום התקופה בגלל התעלמות מהצורך בקבלת הרשיון בחזרה.

לעומת ממצאים עגומים אלו, נראה שענישה מינהלית זו משפיעה לטובה על המעורבות העתידית בתאונות של אותם נהגים שרשיונם נלקח מהם בעוון נהיגה בשכרות. השפעה זו נמצאה יותר גבוהה מאשר ענישה מסורתית לאחר ניהול משפט. הטיפול המשפטי במדינת אוהיו אורך בממוצע 6 חודשים אחרי עצירת העבריין. במשך זמן זה הוא ממשיך לנהוג, מה שנמנע ממנו בתהליך המינהלי. מעניין לציין שהטיפול המהיר משפיע לטובה לא רק על העבריינות החוזרת אלא גם על המעורבות בתאונות. בהשוואה למדינות אחרות בארה"ב, שבהן לא נעשה שימוש בתהליך מינהלי מהיר, חלה ירידה ב – 18.5% בשיעור המעורבות בתאונות קטלניות במדינת אוהיו, כשגורם השכרות נמצא בחקירת התאונה, לעומת ירידה כללית של 4.1% בתקופה מקבילה ב – 49 מדינות אחרות.

מבחני עייפות והשוואת חוסר השינה מול שתיית אלכוהול על

התפקוד הפסיכומטורי.

Williamson A.M. et al.(2001): Developing measures of fatigue using an alcohol comparison. Accident Analysis and Prevention, 33, 3, 313 – 326.

השפעת חוסר השינה בהשוואה לצריכת אלכוהול נבדקה במעבדה על קבוצה של 20 נהגים מקצועיים. אלו התבקשו להתמודד עם חוסר שינה במשך 28 שעות כשבכל שעתיים, הם עוברים מבחנים פסיכומטורים ומבחני כושר שכלי המיועדים להערכת השפעת העייפות על תפקודם. במשך הניסוי, הנבדקים נמנעים משינה על ידי פעילויות חופשיות הכוללות שיחות, משחקים, צפייה בטלוויזיה קריאה והליכה. שמונה מבחנים ממוחשבים משמשים בניסוי:

1. מבחן זמן תגובה ראייתי פשוט: על מסך המחשב מופיע עיגול בתנועה לא סדירה. הנבחן מתבקש ללחוץ על כפתור או על העכבר כשהעיגול משנה את צבעו מצהוב לאדום.
2. מבחן מעקב: העיגול הצהוב משוטט על המסך במהירות משתנת כשבתוכו נע סימן ירוק שהנבדק מנסה לשמר בתחום העיגול בעזרת העכבר.
3. מבחן פיצול קשב המחייב ביצוע שתי המטלות הקודמות בו – זמנית.
4. מבחן ערנות של Mackworth: עיגול המורכב מ – 24 קווים המהבהבים בקצב אחיד. כל פרק זמן מסויים אחד מהקווים אינו מהבהב כצפוי והנבדק מתבקש להגיב למופע על ידי לחיצה. במטלה זו הנבדק נבחן על יכולתו להתמיד בקשב למטלה מונוטונית.
5. מבחן קידוד סימנים מופשטים וספרות.
6. מבחן זיהוי אותיות מתוך מאגר נתון.
7. מבחן זיכרון מרחבי: הנבדק צריך לזכור את מיקומו של ריבוע אחד מתוך אוסף של תשעה המופיעים על המסך ואשר היבהב במרוצת התצוגה.
8. מבחן חשיבה לוגית: הנבדק מעריך את ההתאמה הלוגית בין זוגות אותיות ותוכן משפט המגדיר את הקשר בין האותיות.

ניתוח הנתונים מראה כיצד העייפות מתוך חוסר שינה משפיעה על היכולת הפסיכומטרית והבינתית. ממצא מעניין במיוחד הוא שהמבחנים המורכבים ממטלות מונוטוניות ומשעממות רגישים יותר מהר להשפעת העייפות מאשר מבחנים המבוססים על מטלות מורכבות והדורשים מאמץ חשיבתי. נראה שדוקא מבחנים קשים יחסית מהווים גורם מעורר ומאתגר ובאלו הטעונים בדרישה בינתית גבוהה יחסית, הפגינו הנבדקים יכולת ורמת דיוק של 75% לפחות לאורך כל הניסוי.

במקביל למדידת השפעת חוסר השינה נבדקה השפעת צריכת אלכוהול על רמת הביצועים. גורם זה משפיע לרעה על ביצוע כל המטלות ונמצא שאפשר להשוות את גורם השתייה למחולל עייפות כמו חסר בשינה.

גורם נוסף שנבדק במשולב בניסוי זה היה השעון הביולוגי. גורם זה מתבטא בירידה מחזורית בערנות, דבר המשפיע במיוחד על מטלות של זמן תגובה ושל הערנות. כלומר גם בהעדר חוסר שינה או צריכת אלכוהול, מטלות אלו יכולות להציג שינויים חריפים ברמת הביצוע כתוצאה מהירידה המחזורית בערנות שכל אדם מרגיש במרוצת היום. ירידה אופיינית של הערנות נצפת בדרך כלל השעות הבוקר המוקדמות. בנוסף נמצא שבמטלות המחייבות שילוב של דיוק ומהירות ביצוע, בשלבים מתקדמים של עייפות, הנהגים המקצועיים שנבדקו, נקטו בטקטיקה שמרנית של שימור רמת הדיוק במחיר של ביצוע יותר איטי, בניגוד להתנהגותה של קבוצת הביקורת שהיתה מורכבת מנהגים לא מקצועיים.

תוצאות המחקר מדגישות את היתרון במבחני זמן תגובה פשוט, במבחני מעקב וערנות עם מטלה מונוטונית כאמצעים להערכת העלייה בעייפות הנגרמת ממחסור בשינה. מבחנים אלו יכולים לשמש לבדיקת רמת הערנות הנדרשת במרוצת הנהיגה ברכב מסחרי וכבד, אשר מפעיליו מאולצים לנהוג במשך שעות ארוכות.

סטטיסטיקה:

מבנה ההיפגעות של הולכי רגל בישראל בשנים 1997 – 1999 (מקור: הלמ"ס)

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

טבלה 1. מספר תאונות הולכי רגל

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

טבלה 2. מספר תאונות הולכי רגל שלא בשלבי חציה

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

טבלה 3. מספר תאונות הולכי רגל בשלבי חציית הכביש

סיכום הממצאים:

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

1. תאונות הליכה מציגות חומרה דומה של כ - 25% בכל כיוון.
2. חומרת תאונה בעמידה (על הכביש כמו על המדרכה): 22%.
3. בתאונות על אי הפרדה מרכזי, החומרה 27%.
4. החומרה נמוכה יותר במעבר חציה מאשר מחוץ למעבר:
 - א. בדרך עירונית: החומרה במעבר 18% ומחוץ למעבר היא 36%.

ב. בדרך בין – עירונית: החומרה במעבר 55% ומחוץ למעבר 73%.

5. החומרה נמוכה יותר במעברי חציה בלי רמזור (17.1%) מאשר במעברי חציה עם רמזור (22.7%).

6. חומרת תאונות מחוץ למעבר, דומה על יד צומת או בקטע דרך: כ – 36% בעיר וכ – 73% בתחום הבין - עירוני.

7. החומרה העירונית הכללית היא 23.8% לעומת חומרה בין – עירונית של 60.8%.

8. בעיר יש בממוצע 136 תאונות הולך רגל קטלניות בשנה לעומת 49 תאונות קטלניות בשנה בדרכים בין – עירוניות.

9. 93% מתאונות הולכי רגל מתרחשות בעיר. 26% מהתאונות הקטלניות מתרחשות בדרכים בין – עירוניות.

Gaudry M., Lassarre S.(2000): Structural Road Accident Models.
Pergamon – Elsevier Science, U.K.

רקע:

בתחילת שנות ה - 70 של המאה העשרים מתחולל בעולם המערבי "נס" בלתי צפוי כאשר, לאחר למעלה מעשרים שנות עלייה בלתי פוסקת במספר תאונות הדרכים ונפגעייהן, מגיע הקטל בדרכים לשיא ומתחיל, שנה אחר שנה, לרדת במונחים מוחלטים ובשיעור המגיע לבין 40 - 50 אחוז, תוך פחות מעשור. תופעה זו נצפתה בו - זמנית או בטווח זמן של שנתיים - שלוש בארצות רבות: בלגיה, צרפת, גרמניה, הולנד, קנדה וארה"ב. במקומות אחרים התחילה התופעה קצת יותר מוקדם, כמו בשוודיה (1968), ביפן ובשוויץ (1971) או יותר מאוחר (ישראל 1974). אך בניגוד לדעה רווחת, לא היה זה משבר הנפט בעקבות מלחמת יום כיפור שגרם לתופעה אלא שאירוע זה רק חיזק אותה, ולראייה המשך המגמה שנים לאחר סיום המשבר.

לניצחון אבות רבים... וכך בכל הארצות שזכו לשיפור הבטיחותי השתבחו מקבלי ההחלטות במערכות הציבוריות ביעילות עשייתם. גורמים עיקריים שהוזכרו כמסבירים את התופעה היו החוקים הנוקשים בנושא השכרות, חיוב חגירת חגורת הבטיחות (שאוטרליה היתה החלוצה בחיוב זה ב - 1972), שיפורים בתחום הנדסת הרכב (למרות שהשפעה אפשרית זו לא יכולה להיות אלא מאוד הדרגתית), חוקים להגבלת מהירות הנסיעה, חינוך משופר וכמובן הגברת האכיפה וההסברה. כל הגורמים הללו אינם מהווים הסבר משכנע משום שהם היו קיימים במידה זו או אחרת גם לפני הופעת התופעה ושיפורים טכנולוגיים מופיעים למשל מאז התחלת התחבורה המנועית. הם גם לא מסבירים מדוע השפעת גורם יעיל לכשעצמו יכולה להמשיך במשך שנים שכן אחרי ירידה נתונה בגין אכיפה מוגברת

או שיפור הנדסי בתשתית, המצב במקרה הטוב צריך להתייבב אך לא להמשיך ולהשתפר לאורך תקופה ארוכה.

חוקרי בטיחות יותר ספקניים העלו את השערה שקיימות תופעות תחבורתיות סבוכות לא רציפות, המסוגלות לגרום להתרחשות של גאות ושפל בכמות התאונות, ואשר נוכחותן בעוצמת סף מסויימת יכולה להוביל לשינויים חריפים במספר התאונות ובחומרתן, וזאת ללא השפעת החלטות של בני אדם, תהיה סמכותם אשר תהיה. תופעה עיקרית המווסתת את מספר התאונות היא כמות כלי הרכב הנעים על הכביש והצפיפות הנובעת מכך. תופעה זו קשורה למגמה לנסוע המושפעת מהפעילות הכלכלית במשק ומשיעור האבטלה: מובטלים נוסעים פחות וגאות כלכלית מגבירה את כמות הנסיעות הפרטיות והמסחריות. אך הקשר בין גורמים אלו לבטיחות הוא מסובך. בכביש ריק אין הרוגים אך בכביש פקוק מספרם היחסי גם הוא מן הסתם איננו גדול כך שהקשר הכמותי בין הדברים מחייב כלים מתמטיים מתוחכמים.

תופעה נוספת שאין הפוליטיקאים ערים לה בדרך כלל והשפעתה על הכלכלה ועל התחבורה איננה זניחה, היא המגמה הדמוגרפית. אחרי מלחמת העולם השנייה, גדלה הילודה בארצות המערב בצורה ניכרת ("baby boom"). ילידי 1945 – 50 הגיעו לגיל הנהיגה בסוף שנות ה-60 כך שחל גידול בנהיגה ההמונית במקביל לנגישות לרכב הפרטי. לתופעה זו השפעות מורכבות: בצד הגידול במספר התאונות חלה גם ירידה במספר הנוסעים בתוך הרכב, כלומר ירידה במספר הנפגעים הממוצע כשמתחוללת תאונה. גידול במספר הנוסעים מקטין במקביל את מספר הולכי הרגל ואת מספר הרוכבים על אופניים שהיפגעותם גבוהה במיוחד.

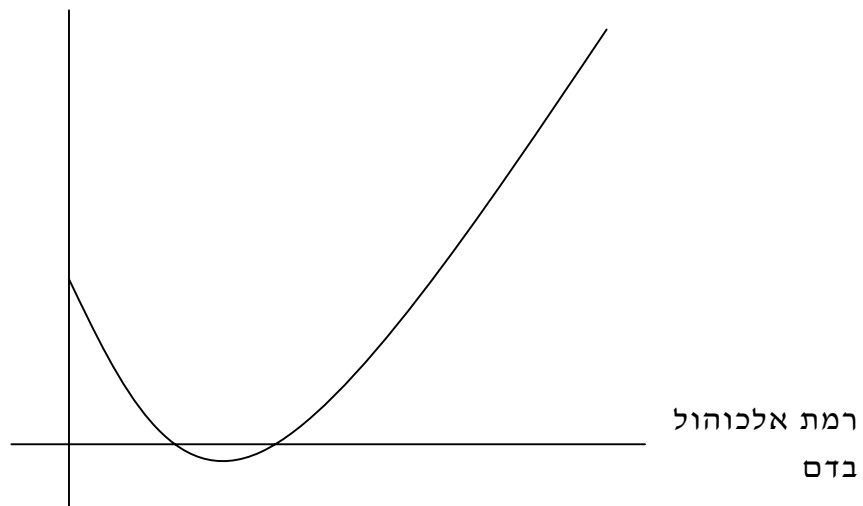
ב-1949 הציע הסטטיסטיקאי הבריטי Smeed את הנוסחה המפורסמת ביותר במדעי הבטיחות בדרכים והמקשרת בין מספר התאונות בארץ נתונה למספר כלי הרכב ולגודל האוכלוסייה. נוסחה זו אפשרה חיזוי מדוייק של העלייה במספר התאונות בכל הארצות המפותחות בשנים 1950 – 1970 אך אחרי תקופה זו היא התחילה לזייף. מספר הקורבנות הפסיק לגדול עם הגידול הדמוגרפי והתחבורתי! נמצא אכן שהנוסחה לא לוקחת בחשבון את גורם הצפיפות, המשפיע במיוחד על המהירות, ומכאן עיוות גדל והולך בשנות ה-80 כשפיתוח התשתית לא עמד בקצב הגידול הגואה של המיכון, במיוחד בשטח העירוני, ודבר זה שיחק לטובת הבטיחות.

פיתוח מודלים לחיזוי מספר התאונות: משפחת "DRAG"

הספר של גודרי ולסאר מציג משפחה של מודלים מתמטיים שפותחו במקביל ובשיתוף פעולה בין - לאומי ויישמו על הנתונים המקומיים במדינת קוויבק (קנדה), גרמניה, צרפת, נורווגיה, קליפורניה ושוודיה. אין זה ספר קל לקריאה והבנתו מחייבת השכלה מתמטית - סטטיסטית גבוהה, אך אין העיון בו מיותר

גם על ידי מי שאיננו שולט במשוואות (כמו כותב שורות אלו) והוא יכול להוביל לתובנות מועילות, לפחות בצורת שאלות והסתייגויות מהסברים פשטניים (ולעיתים, דמגוגים) של תופעת תאונות הדרכים. מעבר להצגת מבנה המודלים הכמותיים, העיון במסקנות מסיקים החוקרים מנתונים גולמיים מראה שממצא המקובל כמובן מאליו דורש לעיתים הסתייגות שיש לה משמעות מעשית ברמת קובעי המדיניות. דוגמה מובהקת לכך מוצגת בספר בהקשר לגורם ראשון במעלה בסיכון התעבורתי בעולם המערבי: הנהיגה בשכרות. בשעה שהקשר החד - משמעי בין צריכת משקאות אלכוהוליים ומעורבות בתאונות נבדק, נמצא וזוהה ברמת ודאות גבוהה, הניתוח המדוקדק של הנתונים מציג תמונה יותר מורכבת. בניגוד לתמונה השגרתית, אוכלוסיית הנוהגים בשכרות איננה כה הומוגנית ובחלקה הגדול היא מורכבת מנהגים אשר צריכת האלכוהול שלהם מתונה, כשהתנהגותם בכביש סבירה, תודות לתהליכי פיצוי מורכבים, כמו למשל נהיגה במצב רוח רגוע יותר, באופן פרדוקסלי, לאחר לגימה אחת או שתיים! מול אלו מזהים החוקרים אוכלוסייה קטנה של נהגים צרכני אלכוהול כבדים המציגים סיכון – יתר לעצמם ולאחרים. בסך הכל, ההשפעה הכוללת של השתייה על הנהיגה יכולה להישאר מאוזנת. במילים אחרות, ההשפעה של השכרות שונה בקבוצות שונות של נהגים, ונוצר מצב שבמקומות ובתקופות מסויימים, עלייה בצריכה מקבילה לירידה במספר הנפגעים, כשהסיבה לתוצאה המנוגדת להיגיון היא שהשפעת האלכוהול על ההתנהגות מורכבת והקשר בינה לבין הסיכון התחבורתי מציג את הצורה הבאה:

הסתברות יחסית לתאונה



כללית אכן השתייה מסוכנת בנהיגה, אך בקרב השותים מעט, השינויים ההתנהגותיים אינם פשוטים ולעיתים הם מתבטאים בשיפור, כמו במקרה של אדם מבולבל או "חרד" (במינוחו של פרופ' גיורא שוהם), אשר שתיית כוסית

משקה משפרת את מצב רוחו ומייצבת אותו. צרכנים זהירים אחרים יכולים לנהוג בבטיחות מוגברת בהיותם מודעים לביצוע עבירה.

תהליכים מורכבים של מניעה חלקית של הסיכון נמצאו בנוורווגיה, בהקשר לשימוש בחגורת הבטיחות. בניגוד לדעה רווחת בציבור, החגורה יעילה יותר במניעת פגיעות מתונות מאשר בהצלת חיים. הקשר הכמותי בין עוצמת האכיפה, היקף הציות המוגבר לחוק וההשפעה הסופית על הבטיחות הוא די מסובך: החוקרים הנורווגים מצאו שהגדלת הקנס ב - 10% בעוון אי - חגירה תוביל לעליה ב - 1.3% בשיעור החגירה, לירידה בשיעור של 2.8% במספר הנפגעים ברכב, ולירידה ב - 2.2% במספר הכולל של הנפגעים בתאונות הדרכים.

בצרפת מוצאים החוקרים שגורם נוסף משפיע בצורה מורכבת על הבטיחות: לנסועה שווה, אוכלוסיית רכב עם שיעור גבוה של מכוניות קטנות, תציג שיעור תאונות יותר נמוך, בגלל חשיפה יותר נמוכה, שכן רכב קטן נוסע פחות. לעומת זאת, בעת תאונה, נוסעי הרכב הקטן נמצאים בסיכון יותר גדול מאשר נוסעי רכב גדול (וכבד). אך נראה שנהגי הרכב הקטן מפצים על סיכון היתר בעת תאונה על ידי צמצום הסיכון לתאונה. יתר על כן, ברכב קטן המנוע בדרך כלל חלש יותר ורמת הביצועים פחותה, דבר המעודד מיתון מהירויות.

המודל הכמותי שיושם על הנתונים מצרפת מאשש את ההשערה המקובלת המקשרת בין מהירות ממוצעת של התנועה לבין תאונות הדרכים. הוא גם מגדיר קשר כמותי בין המהירות להיפגעות החמורה. עלייה ב - 10% במהירות הממוצעת גורמת, לפי המודל, לעלייה מקבילה ב - 10% בכלל התאונות עם נפגעים, אך לעלייה ב - 20% בתאונות הקשות ולעלייה ב - 15% במספר ההרוגים. הפחתת המהירות, במסגרת חוקים המגבילים אותה, משפיעה במיוחד על מרכיב פיזור המהירויות. אמצעים אחרים הננקטים למען הבטיחות משפיעים לעיתים בצורה מורכבת עם התאמות התנהגותיות בלתי רצויות. למשל, וזאת נצפה גם בארצות אחרות, חיוב בחגירה השפיע אמנם לטובה על הסיכון התעבורתי במונחים של מיתון הפגיעה, אך עוצמת ההשפעה נמצאה פחותה בהרבה מהחזוי על סמך תוצאות מעבדה. הסתירה בין הממצאים נבעה כנראה מהנטייה בקרב נהגים חוגרים רבים לנסוע יותר מהר כך שהרווח הבטיחותי נשחק, כשחומרת תאונה גדלה כשהיא מתרחשת במהירות יותר גבוהה. גם בקליפורניה נמצאו תוצאות דומות כשנבדקו תאונות בעזרת מודל קרוב משפחה למודל ה"DRAG". ממצא נוסף המציג יותר סימני שאלה מאשר הסבר של ממש, אך שאסור להתעלם ממנו בגין תקינות פוליטית, הוא שהעלאת גבול המהירות המותרת בקליפורניה ב - 1987, הובילה לשיפור בטיחותי, אמנם זעיר, כשחלה ירידה בהיפגעות החמורה וכשמגמת התאונות הקטלניות נשארה יציבה למרות העלייה במהירויות הממוצעות. ממצאים אלו דורשים בדיקות יסודיות והם לא יכולים לשמש כהוכחה לחוסר היעילות של ההגבלה על המהירות, שתרומתה החיובית נמצאה במקומות אחרים, מה גם שהחוקרים האמריקאים התקשו בהפרדת השפעת חוקי

המהירות וחוקי החגירה שחלו בקליפורניה בתקופה חופפת. יתר על כן, תופעה זו איננה ברורה וההסבר להתחוללותה נשאר מעורפל, אם כי סביר להניח שגם במקרה זה, הוא טמון בתהליכים מסובכים של פיצוי והתאמת התנהגויות.