

מרכז מידע

בסיוע "הפעולה המונעת" –

משרד העבודה והרווחה

רח' מזא"ה 22 ת.ד. 1122, תל-אביב 61010

טלפון: 03-5266455 פקס: 03-5266456

e-mail: info@osh.org.il

ת-114

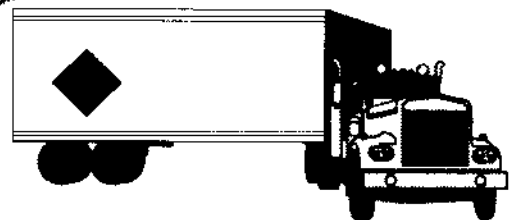
אב-אלול, תשס"א

אוגוסט 2001

שינוע חומרים מסוכנים

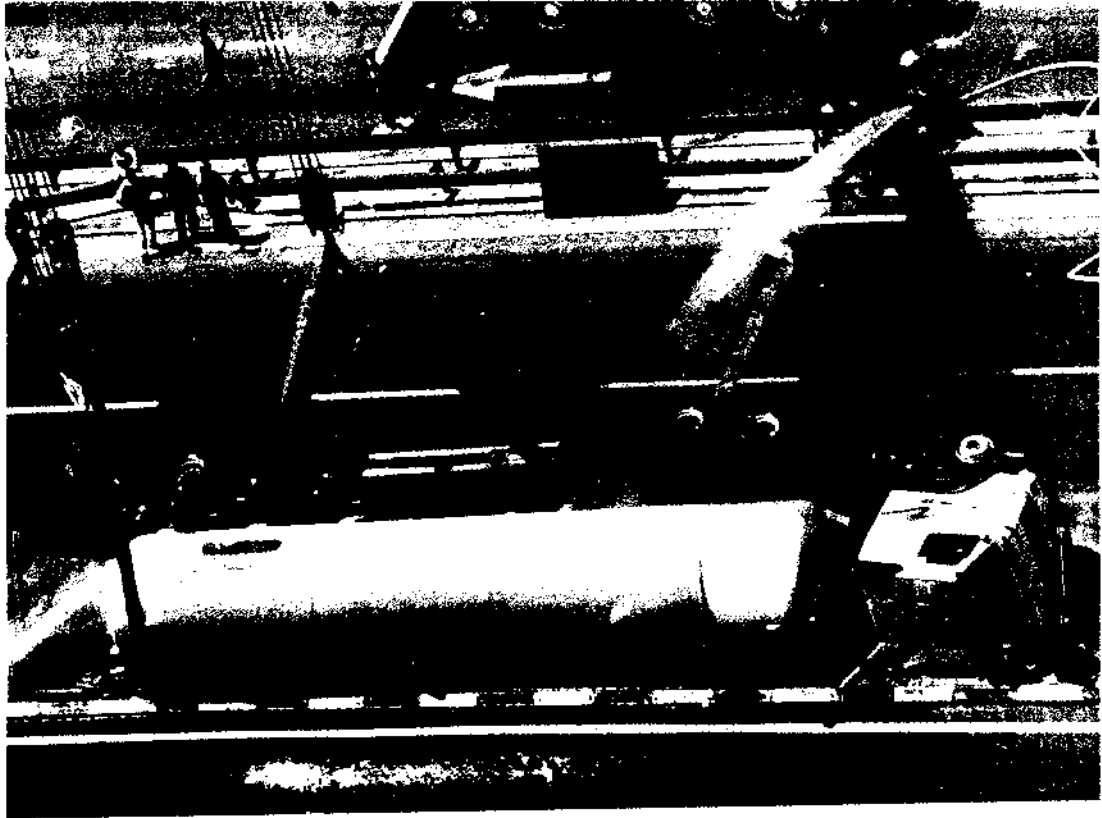
התהפכויות של כלי רכב – תזכורת

מאת: ליבי קוסקס



המוסד לבטיחות ולגיהות

תזכורת



זו הפרויקט

בין סוגי הגז והמוכני

מועיל לידע פנוי חכם, נכבד וזמין. המועיל יודע לזהות את הצרכים של הלקוח ולתת מענה מיידי ומאמין. המועיל יודע לזהות את הצרכים של הלקוח ולתת מענה מיידי ומאמין. המועיל יודע לזהות את הצרכים של הלקוח ולתת מענה מיידי ומאמין.

פשאת הפחד

זו

נסון' הדאשן

המחשבה של הלקוח היא המפתח. המועיל יודע לזהות את הצרכים של הלקוח ולתת מענה מיידי ומאמין. המועיל יודע לזהות את הצרכים של הלקוח ולתת מענה מיידי ומאמין.

יום חמישי בליל סתמו השני - 19.7.2001

במשך שנים פורסם בדפי המידע בנושא שינוע חומ"ס של המוסד לבטיחות ולגיהות מידע רב המתייחס לתאונות בהן מעורבים כלי הרכב המובילים חומ"ס ולמחקר בתחום זה. מאמרים שונים תארו תאונות שהתרחשו בארץ ובעולם, סיבותיהן והשלכותיהן. כמה כן הובאו לידיעת הציבור גם תוצאות המחקרים בהם נעשה מאמץ להבין את הסיבות להתרחשות התאונות. **מידע זה פורסם כדי ליידע ולהתריע.** להלן, קטעים נבחרים מתוך המידע שפורסם במסגרת דפי המידע בנושא תאונות כלי הרכב המובילים חומ"ס.

דף מידע מס' 2, אפריל 1994

במאמר "אירועי חומ"ס בעולם" תוארה תאונת מכלית המובילה גז פרופילן בספרד. כתוצאה מפיצוץ מכל במכלית נהרגו 217 איש, עשרות נפצעו ונגרם נזק רב לרכוש. בין היתר, כך תוארו תוצאות פיצוץ של מכל המכיל פרופילן:

"...חלקי המכל הועפו למרחקים של עד כ - 200 מ' ממקום התאונה, תוך גרימת נזק כבד. במקרים דומים בארה"ב הועפו חלקי מכלים למרחק העולה על 500 מ'!
...כדקה לאחר התפרקות המכל ויציאת ענן גז פרופילן אירע פיצוץ עז שטבעו המדויק לא הוברר עד היום. ככל הנראה מדובר ב - FIRE FLASH."

דף מידע מס' 3, יוני 1994

במאמר "תמרור 68-ב 'איסור כניסת רכב חומ"ס' בצומת גלילות" התייחסנו לשלושה תמרורים 68-ב המוצבים בפי הגלילות, עקב אי בהירות מסוימת לגבי כיוון תקפותם של התמרורים בשל מיקומם. בין היתר, נכתב במאמר:

"כניסה ונסיעה של רכב המוביל חומ"ס בכביש מס' 5 מותרת. כמו כן, מותרת נסיעה של רכב חומ"ס בכביש גהה. אין כניסה ונסיעה של רכב החומ"ס בכביש אילון."

דף מידע מס' 4, אוקטובר 1994

במאמר "תאונת-שרשרת בצרפת" דיווחנו על תאונת שרשרת באחד הכבישים המרכזיים של צרפת, בה היתה מעורבת מכלית חומ"ס ריקה. לאחר התאונה התפתח ויכוח ציבורי נוקב בצרפת. הויכוח התרכז במכלית חומ"ס המעורבת בתאונה באופן ספציפי, ובנושא שינוע חומ"ס באופן כללי. במבט הראשון, הדגש על מעורבות המכלית והביקורת הרבה לא היו מוצדקים לאור העובדה כי המכלית היתה ריקה לגמרי, ואפילו נוקתה משאריות חומ"ס לפני הנסיעה. באותו מאמר כתבנו את הדברים הבאים בניסיון להסביר את היחס זאת הרגישות הרבה של הציבור לנושא שינוע חומ"ס:

"אנו מאמינים שהויכוח בצרפת היווה ביטוי לתופעה חשובה מאוד: בשנים האחרונות, עם העלייה התלולה בכמויות החומ"ס המשונע, גדלה לאין ערוך מודעות

הציבור במדינות המתועשות, ובכלל זה גם בישראל, לסיכונים הטמונים בשינוע חומ"ס ולתוצאות המחרידות של אירועי החומ"ס האפשריים. עם כל ההבנה בדבר הצורך לשנע חומרים מסוכנים וההשלמה המסוימת איתו הציבור אינו רוצה ואינו חפץ לראות חומרים מסוכנים בסביבתו ובכבישים, גם אם הם משונעים לפי הכללים. זוהי אחת הסיבות לכך שהציבור והרשויות בודקים בשבע עיניים את אופן פעולתו של הנהג המשנע חומ"ס. התנהגותו על הכביש נשפטת לפי תבחינים שונים וחמורים הרבה יותר מאלה הנהוגים כלפי נהגים אחרים... זה, ללא ספק, מדגים עד כמה כבדה אחריותם של נהגי החומ"ס והממונים עליהם בתהליך שינוע החומ"ס. האחריות הזאת צריכה למצוא ביטוי לא רק בהפגנת תרבות שינוע חומ"ס בוגרת, כולל ציות לכללי תנועה בכבישים ולדרישות שינוע חומ"ס ספציפיות, אלא גם במודעות לרגישות הציבור לנושא כולו. מודעות זאת תתבטא בהתנהגות שקולה וזהירה ביותר של נהג החומ"ס גם בתוך גבולות המותר, הרבה מעבר למה שנדרש בחוק, בכל מקום ובכל זמן, גם כשהשוטר אינו נמצא בסביבה, ובהתאם לעיקרון: נהג חומ"ס פשוט אינו יכול להיות זהיר מדי!"

דף מידע מס' 12, יולי 1996

במאמר "התהפכות של מכלית המובילה טולואן" דווחנו על תאונת התהפכות מכלית המובילה חומר טולואן – קבוצת סיווג 3. ציינו כי ע"פ דו"ח החקירה התאונה התרחשה, כנראה, כתוצאה של איבוד ריכוז ע"י הנהג בשל פעולה שביצע אשר לא היתה קשורה לנהיגה.

"...הכלל הוא: במהלך שינוע חומ"ס פשוט לא מבצעים פעולות שאינן קשורות ישירות לנהיגה כדי לא לפגוע בריכוז המרבי, דבר לכשעצמו לא פשוט.

בין הפעולות אשר מפריעות לריכוז הנהג יש לציין: ניהול שיחות במכשיר הטלפון הנייד, במכשיר קשר או עם איש צוות נוסף אשר נמצא בתא של כלי הרכב; אכילה, שתייה, עישון (כולל הדלקת סיגריה), הקשבה לרדיו, התבוננות לא רלוונטית לצורכי הנהיגה, וכו'.

כדי לבצע כל פעולה, אשר אמנם נחוצה אך לא קשורה לנהיגה, יש להחנות את כלי הרכב, בהתאם לכללי החניה של כלי הרכב המובילים חומ"ס, ולבצע את הפעולה. ברור שאת הפעולות הלא נחוצות משאירים להזדמנות אחרת.

לא נוח, אתם אומרים. ולחלץ גרור נתמך ממנו דולף חומ"ס תוך סיכון חיי אדם – זה

נוח?!"

דפי מידע מס' 18, 19 ו- 20, מרץ 1998

שלושת דפי המידע האלה הקדשנו לתיאור תוצאות המחקרים, שבוצעו, בעיקר בבריטניה ועסקו בבדיקת הסיבות להתהפכויות של המכליות, בשל ריבוי תאונות מסוג זה. חלק ממסקנות המחקרים היו בעלות חשיבות כל רבה, שחשבנו כי חובתנו להביא מסכנות אלו לידיעת ציבור המובילים. להלן, מספר נתונים, סיכומים והתרעות שצוינו במאמר:

זה כל מה שנדרש
כדי להתהפך!

להלן הטבלה אשר מסכמת מהירויות התנתקות מחביש של הגלגל האחורי ברכב האחד ובנתמך ומהירויות של התהפכות במהלך כניסה ונסיעה בכיכר (המהירות במחקר המקורי נמדדה וצוינה במיילים לשעה, ולצורכי מאמר זה תורגמה לקמ"ש ועוגלה למספרים שלמים):

מחירות התהפכות (קמ"ש)	מחירות התנתקות הגלגל מחביש (קמ"ש)	כלי רכב
38	35	רכב אחוד, 2 סרנים
35	34	רכב אחוד, 3 סרנים
35	32	רכב אחוד, 4 סרנים
37	34	2 + 2 גורר נתמך
37	32	2 + 3 גורר נתמך
37	34	3 + 2 גורר נתמך

הדבר הבולט, ואולי המפתיע ביותר בתוצאות הנ"ל, הינה העובדה כי אף אחד מסוגי הרכב אשר נבדקו אינו משמעותית יציב יותר מהאחרים. כל סוגי הרכב מתהפכים במהירויות בין 35 קמ"ש ל- 38 קמ"ש, אשר מתאימות לתאוצה צדדית של כ- 0.4g. מילת אזהרה: חשוב לחזור ולהדגיש כי תוצאות אלה, כמו גם תוצאות אחרות במחקר, התקבלו על סמך נתונים עבור כלי רכב אשר תקפים בבריטניה, וכפי שצינו בהקדמה, אין להשליך אותן על התנהגות מכליות במדינת ישראל. עם זאת, תחשבו מה תהיה החשפעה של המשקל המרבי הכולל המותר עבור כלי רכב ושל המשקל המרבי הכולל עבור סרן המקובלים חיוס בישראל, על התוצאות המופיעות בטבלה. כפי שזכור, נכון לחיוס, הם מהותית גבוהים יותר מאלה הנהוגים בבריטניה.

תוצאה חשובה נוספת של ההדמייה היא שהפרש המהירויות בין ההתנתקות הראשונה של הגלגל האחורי מהכביש לבין ההתחפכות הינו קטן ביותר: 3 - 5 קמ"ש (המשמעות המעשית היא שדרושה רק תוספת של בין 3 ל - 5 קמ"ש כדי להפוך אירוע של אי יציבות רגעית של כלי רכב לתאונת התחפכות).

הגורמים הקשורים לנהג.

המחקר עסק בעיקר בהשוואת היציבות הבסיסית של סוגי רכב שונים, ולא התייחס במפורש לתרומתו של הגורם האנושי. עם זאת, כפי שהוזכר לעיל, לנהג יש התרשמות שונה לגבי בטיחות הנסיעה בכלי הרכב השונים. לגבי גורמים-נתמכים יש מספר גורמים הקשורים לנהג עליהם יש לתת את הדעת כאשר בוחרים את ההסטריות להתרחשות של ההתחפכות, והם:

- (1) הגורמים המודרניים הינם נוחים להפעלה, לנהיגה ובעלי עוצמה רבה. קל לנהוג אותם במהירויות בסיסיות גבוהות יותר, ובמיוחד על רקע דרישות הלקוחות לזמני הספקה קצרים. דבר זה מגביר את ההסתברות של כניסה למצבי הסיכון האופייניים למהירויות גבוהות מדי.
 - (2) כלי הרכב אשר ניתנים לנהיגה קלה במהירויות גבוהות נתפסים לעתים קרובות כמאוד בטוחים, כאשר למעשה, הם מתחפכים בפניות במהירויות הדומות למהירויות בהן מתחפכות המכליות מהסוגים האחרים.
 - (3) בזמן הפניה של הרכב תנועתו של הנוזל במיכל מפגרת אחרי תנועתו של הרכב, דבר אשר עלול להטעות את הנהג במצבי נהיגה מסוימים.
 - (4) בכלי הרכב המודרניים יש מעט מדי סימני אזהרה ברורים המתריעים על ההתחפכות המתקרבת והבלתי - נמנעת, הנהגים חייבים, לפי כך, להיות תמיד מודעים למהירותם בחתקרבם למצבים בעלי סיכונים פוטנציאליים.
- הגורמים הנ"ל אשר מתייחסים לנהגים, יחד עם הנדסת כלי הרכב, הינם חיוניים לבטיחות של כלי הרכב.

תוצאות ההדמיה מראות כי לגבי גוררים-נתמכים כלי רכב מפסיק להיות נשלט מרחבית במהירויות קטנות בהרבה מהמהירויות המשוערות של ההתהפכות. התוצאה הנ"ל מרמזת על כך שעקב איבוד שליטה ולפני התהפכות גורר-נתמך סוטה מהנתיב, ומועף מהכביש. מהלך זה לכשלעצמו יכול לגרום להתהפכות, במיוחד אם הוא מסתיים בהתנגשות של הרכב עם המדרכה או עם כלי תחבורה אחר.

כדאי לשים לב לתופעה נוספת, מעניינת וכנראה בעלת משמעות מעשית. על קיומה של תופעה זו מרמזים האיורים 15 ו-16, כאשר מתבוננים בקו המקווקו אשר מסמל את הפנייה האחרונה בביצוע שינוי נתיב, במיוחד באיור המתייחס לגוררים-נתמכים. במהירות של 48 קמ"ש זווית הנענוע גדלה באופן פיתאומי ויורדת במקצת במהירויות גבוהות יותר (במקום זה מופיעים מילים "resonance peak"). לדעת מחברי המחקר יש עדות לכך שתהודת המערכת מתחילה להתגבר כאשר תדירות תנועת הנוזל הנגרמת ע"י מהלך שינוי כפול של הנתיב תואמת את התדירות הטבעית והשגרתית של גלי הנוזל במיכל הנע בקו ישר, אותה הם מעריכים כשווה ל- 0.4 Hz. עבור כלי רכב אחודים תופעה זו נצפית במהירות של 56 קמ"ש, וכנראה היא הסיבה להתהפכות של כלי רכב אחודים. עבור גוררים נתמכים התופעה נצפית במהירות של 48 קמ"ש.

סיכום ביניים.

תוצאות ההשוואה בין סוגי רכב שונים במהלך נסיעה בכיכר וביצוע שינוי כפול של הנתיב מעידות על כך

ש:

- (1) ששת סוגי כלי הרכב הגנריים הינם בעלי יציבות דומה מבחינת התהפכויות.
- (2) התפרש בין מהירות ההתנתקות הראשונה של הגלגל האחורי מהכביש בנסיעה בכיכר לבין מהירות ההתהפכות הינו בין 3 ל- 5 קמ"ש בלבד
- (3) הפרש הזמן בין התנתקות הגלגל מהכביש לבין התהפכות הינו 2 - 3 שניות
- (4) זווית הנענוע של המכל הולכת וגדלה עם הזמן במהלך ביצוע שינוי כפול של הנתיב, כתוצאה מתנועת הנוזל במיכל הצידה. חשוב לציין כי העלייה הפתאומית בזווית הנענוע תמיד מאחרת אחרי השינוי בכיוון ההתקדמות של הרכב, ולעתים פיגור זה מטעה את הנהג.
- (5) תהודת הנוזל הנע בתוך המכל תורמת לכאורה להתהפכויות של רכבים אחודים.

הערת העורכת לסעיף האחרון במאמר זה המתאר את הגורמים המתייחסים לקשר של הנהג ורכבו: כסא ארגונומי, מתלים איכותיים, הגה כוח המאפשר שינויים מהירים וללא מאמץ בכיוון נסיעת הרכב, ושיפורים אחרים, תרמו, בין היתר, לכך שנהג אשר נוהג גורר-נתמך אינו מתנסה בכוחות הפועלים בזמן הנסיעה כפי שמתנסה הרכב הננהג. שיפורים במתלי הרכב ובצמיגים, "שבירת קשיחות הקשר" שבין הנהג לבין הנתמך, וקשיחות מתלי הרכב - כל אלה "תורמים" לכך שבזמן אמת הנהג מודע פחות לתגובתו של הרכב ושל המטען המצוי בתוכו, להקפת כיכרות, לפניות ולשינויים אחרים במסלול הנסיעה. ההתקדמות הטכנולוגית והדאגה לנוחותו של הנהג העובד שעות ארוכות העמידו לנהג כלי חזק ונוח אך לקחו ממנו, ללא התראה, את התחושה האמיתית של מה באמת קורה לכלי הרכב בזמן ולאחר ביצוע תמרונים שונים. מצב זה יכול להטעות אף את הנהג המנוסה והאחראי ביותר אם הוא לא יהיה מודע לעובדות אלו. תוצאות המחקר מעידות על כך שלא נמצא הבדל מהותי בין סוגי הרכב השונים מבחינת היציבות הבסיסית והפוטנציאל להתהפכות, למרות שכלי הרכב המודרניים הינם נוחים יותר להפעלה ולנהיגה ומקנים תחושת של נהיגת כלי הרכב הבטיחותי ביותר. מתברר כי לתחושה זו אין הצדקה של ממש, ועל הנהג לדעת כי, מבחינת היציבות הבסיסית, הסיכוי של הסמי טריילר המודרני להתהפך כנראה אינו קטן מזה של כלי הרכב הקטנים והישנים יותר (ממצא זה נתמך גם במחקר הגרמני "Theseus"). על הנהג לזכור שתחושת הבטחון המופרז עלולה להשלות אותו ולגרום לו לנהוג באופן קבוע במהירויות הקרובות לגבולות הביצוע של רכבו, ובכך יסתכן בהתהפכות...

הנהג חייב להיות מודע ומוכן לאפשרות של התרחשויות בלתי שגרתיות, גם אם חושיו לא מתריעים על כך. עליו לנטר באופן קבוע את המהירות ואת ההתקרבות למכשול, ולזכור כי לעתים תגובת הנוזל במיכל מפגרת אחרי התמרון, וכאשר היא מגיעה - ההתהפכות עלולה להיות בלתי נמנעת...