

מגבלות תנועת רכב כבד בשטח עירוני והשפעותיהן האפשריות על הבטיחות

(דו"ח המכון לחקר התחבורה מס' 0124, טכניון 2004)

1. מבוא

הובלת מטענים מהווה חלק נכבד מתהליכי התחבורה העירונית, אך גם מתחלואיה, כך שתכנון יעיל של העברה, הספקה וטעינת מטענים יכול להשפיע לטובה על איכות החיים בעיר ועל כלכלת התחבורה, במיוחד שמתייחסים למגמות העתידיות של התחבורה בעיר המודרנית. קשיי תחבורה הולכים וגוברים מחייבים לטווח הארוך ריסון המגמות השליליות של עומס התנועה, מפגעים אקולוגיים ועלויות צריכת האנרגיה, אך גם נזקי תאונות.

סקר שבוצע בבריטניה בין נציגי חברות הובלה, נציגי רשויות מקומיות ומומחי תחבורה מעלה (Lewis 1998) שתנועת הרכב הכבד בשטח עירוני יוצרת הפרעות משמעותיות לציבור אך שהדעה השולטת היא שחייב לייצור איזון בין דרישות הלקוחות לזמינות הסחורות והמטענים מול צרכי הציבור במונחים של איכות חיים. הבעיות המרכזיות של תנועת הרכב המסחרי בעיר מפורטות בטבלה הבאה:

שיעור העונים לסקר שציין את הבעיה	בעיה הנוצרת על ידי תנועת הרכב הכבד בעיר
53%	נגישות
42%	זיהום אוויר
42%	גודש
39%	רעש
37%	בטיחות הולך הרגל
31%	נזקים למבנים

טבלה 1. שכיחות ציון בעיות מרכזיות הנוצרות על ידי תנועת רכב כבד בעיר

הגישה המודרנית לניהול תנועת הסעת מטענים באזורים עירוניים מבוססת על תהליכי הלוגיסטיקה שעקרונותיה הם:

א. שימוש במערכות מידע מתקדמות:

מערכות מידע משוכללות מאפשרות הספקת מידע עכשווי על עומס התנועה ועל תקלות באזור בו פועל מערך הובלה. הן משמשות גם לאכסון מידע "היסטורי" על הובלות קודמות, על זמני הגעה

והמתנה, על מהירויות הביצוע ועל תוואי הדרך המומלץ. במסגרת זו כלולה גם התקשורת בין הנהגים. הטכנולוגיה של ניווט לוויינים יכולה לשמש לאיתור מדוייק של צי הרכב הנמצא בפעילות, להכוונתו ולהקטנת מספרו תוך כדי הגדלת מקדם הטעינה שלו. יש לזכור שרכב הובלה מבצע הרבה נסיעות ללא מטען (עד לכ- 30% מהנסועה השנתית של בריטניה, לפי Browne, Allen 1997) כך שהכוונה לטעינה נוספת בעת נסיעה אחרי פריקה יכולה להוסיף הרבה לעילות ההובלה.

ב. שיתוף פעולה בין מערכות טכניות ובין חברות הובלה (קונסולידציה):

הפעלת הובלות תוך כדי שיתוף פעולה בין חברות מתחרות יוצרת חיסכון ניכר לאחר שמתגברים על הקושי הפסיכולוגי של ויתורים הדדיים ושל הצורך בהגבלת חופש הפעולה של כל חברה.

ג. שימוש והפעלת מסופים לוגיסטיים לפריקה וטעינה:

מסופים לוגיסטיים מחוץ לעיר מרכזים את הסחורות המיועדות לה ומהווים את הבסיס לשיתוף פעולה ולניצול מיטבי של צי הרכב של מובילים מתחרים. בעיר-מדינה מונקו למשל, קיים מסוף המופעל על ידי חברת הובלות פרטית בתמיכת התקציב הציבורי המאפשרת הוזלת מחירים והמעודדת שימוש במסוף במקום ביצוע הובלות מקצה לקצה.

ד. שיפור מקדמי הטעינה של כלי הרכב:

מאז 1998 נדרשים המובילים בקופנהגן ובאמסטרדם להציג מקדם טעינה מזערי כדי לקבל אישור להוביל מטענים למרכז העיר. בקופנהגן צריך לפחות מקדם של 60% ברכב שגילו פחות מ- 8 שנים ובאמסטרדם רכב במשקל של למעלה מ- 7.5 טון מוגבל לנסיעות רק בדרכים העורקיות מלבד רכב שמקדם הטעינה שלו מגיע ל- 80%, שאורכו קטן מ- 9 מ' ושהוא מצוייד במנוע העומד בתקן האירופאי EuroII לזיהום אוויר.

ה. בדיקה ושימוש בחלופות טכנולוגיות: מטענים ניתנים להובלה במשאית, ברכבת ולעיתים גם ברכב ימי. למשאית גדולה יש תחלופה אפשרית בצורת מספר משאיות קלות. מטען יכול להגיע ישירות מהמפעל לצרכן הקמעוני או לעבור מספר תהליכי שינוע. לכל חלופה יתרונותיה וחסרונותיה אך לדעת מומחים (Binsbergen, Visser 1997) רכב כבד לא יוכל בעתיד להיכנס למרכזים עירוניים, כך שהעברת המטענים לרכב הובלה עירוני קל (ומזהם פחות) תהפוך לנחלת הכלל בנקודת מפגש במרכז לוגיסטי.

2. מדיניות הפעלת רכב כבד באזורים עירוניים

למרות השתתפות נמוכה יחסית בתהליך התחבורתי העירוני, למשאיות ולרכב המוביל סחורות ומטענים יש משקל רב מאוד באקולוגיה העירונית, וכלי רכב אלו יוצרים פגיעות קשות באיכות החיים של התושבים, בזיהום אוויר, ברעש, בגרימת עומס והפרעות לתנועה העוברת ובתאונות. כדי לצמצם את הנזקים שמערכת תחבורה זו, שאי אפשר בלעדיה, גורמת, הוקמה במסגרת ועדת הקהילות האירופאיות קבוצת עבודה הידועה בסימונה הרשמי COST 321 (1998) המורכבת מנציגי 12 מדינות. המומחים שחברו לצוות הכינו מסמך מסכם המציג כיצד מוערכת הבעיה וכיצד מוצע להתמודד איתה.

על סמך הערכות תיאורטיות אך בעיקר מתוך בדיקת יוזמות במספר ערים אירופאיות, הגדירו המומחים 27 אמצעים ופעולות היכולים לתרום לצמצום נזקי תנועת רכב כבד בעיר ולייעל את הפעלת ציי הרכב המסחרי. הערכת האמצעים מבוססת על 5 אמות מידה בסיסיות:

א. צמצום זיהום אוויר

ב. צמצום זיהום רעש

ג. הפחתת הנסועה של רכב כבד ברשת העירונית

ד. קיצור זמן נסיעה של הרכב הכבד

ה. שיפור הבטיחות

חלק מהאמצעים מוערכים כבעלי פוטנציאל נמוך לשיפור תחום זה או אחר של נזקי התובלה העירונית ואחרים נחשבים כבעלי יכולת יותר גבוהה.

א. אמצעים בעלי פוטנציאל נמוך:

- שיתוף פעולה בהובלות של קמעונאים
 - מרכזי הפצת סחורות (ללא שיתוף פעולה בין חברות מובילות)
 - הובלה מרוכזת במכולות עירוניות
 - תכנון ממוחשב של הסבב העירוני (הפחתת נסועה זעירה)
 - שימוש באופניים להובלת מטענים
 - הובלת מטענים מפוצלים (pipelining)
 - שינוע באמצעי תחבורה שונים (intermodal transport)
 - מדיניות מחירים בעיר
 - איסור על חניית משאיות באזורי מגורים
 - קביעת מקומות חנייה מיוחדים לרכב כבד ברחובות או במגרשי חנייה
 - איסור תנועת רכב כבד במרכז העיר
 - חיוב הנהג לעצור את המנוע בעת פריקה וטעינה
- ב. אמצעים בעלי פוטנציאל גבוה:

- הקטנת נפח האריזות
- פיתוח ציוד שינוע מטענים קל
- לוגיסטיקה עירונית
- פיתוח כלי רכב וציוד שינוע שקטים לשימוש בשעות הלילה
- פיתוח רכב חשמלי
- שינוי התנהגות בדפוסי הנהיגה (בתחום החיסכון בדלק)

מתוך הערכת יוזמות בתחומים אלו במגוון ערים, הגיע צוות המומחים להערכה כמותית של השפעת יישום כל האמצעים הללו ביחס לנסיעות בדרכים משניות, ביחס לנסועת הרכב הכבד, ביחס לזמני נסיעה, לצריכת הדלק, ליצירת פיח, ליצירת תרכובות חנקן, ביחס לרעש ולבטיחות.

ג. האמצעים העיקריים המוצעים על ידי צוות המומחים הם :

* הפעלת ציי רכב כבד בעזרת מערכות טכניות המתאמות את התנועה ביחס לנתוני עומס מעודדת שימוש ברשת הראשית ומניבה שיפור של 3% של זמני הנסיעה, צריכת הדלק והבטיחות

* הכוונה והפעלת מערכות מידע: לאמצעי זה יש השפעה חיובית על הנסועה, זמני נסיעה, צריכת דלק (3%), וזיהום אוויר (5%), אך הניסיון מראה שיש לו גם השפעה שלילית על הבטיחות בהיותו זרז ליציאה מרשת הדרכים הראשית בעת גודש וריבוי נסיעות ברשת המשנית, שאינו רצוי.

* חיוב כלי רכב כבדים לנוע בפרוודורים עירוניים מפחיתה את תנועתם ברשת המשנית עד 40%, דבר המשפיע לטובה על מספר התושבים הסובלים מהרעש, אך זמני הנסיעה, הנסועה, צריכת הדלק וזיהום האוויר גדלים במקצת (2%).

* הגבלות מהירות מאריכות את זמני הנסיעה ב - 6%, ובעיקר מדרבן את הנהגים לעזוב את רשת הדרכים משנית (ירידה ב - 17%), דבר המשפיע לטובה על רמת הרעש (הפחתה של 16%) אך לא משפר את זיהום האוויר.

* לוגיסטיקה עירונית יכולה לצמצם ב - 10% את הנסועה של הרכב הכבד, לצמצם את צריכת הדלק ב - 2.5% ואת זיהום האוויר ב - 8 עד 9% אך לא נצפה שינוי משמעותי של רמת הבטיחות בערים בו היא הופעלה.

3. בדיקת ישימות מודל הלוגיסטיקה העירונית

Taniguchi (2000) מתאר כיצד מיושם מודל הלוגיסטיקה העירונית לניצול יעיל של צי רכב בעיר Kobe שביפן. כמדד היעילות של המודל נבחר הפחתת כמות גז ה - CO₂ על ידי אופטימיזציה של צי הרכב בעיר, כשמדד זה יכול לשמש בצורה עקיפה להערכת ההשפעה של המודל על הנסועה ועל התרחשות תאונות.

לפי התכנית הספקים מחוייבים לפעול בחלונות זמן במחצית הנסיעות הכוללות פריקה וטעינה. נבדקו במודל שלוש יוזמות לוגיסטיות: מידע מתקדם, שיתוף פעולה ובקרת מקדם הטעינה.

השפעת הפעלתה של מערכת ניווט המספקת דרכים מיטביים בכיסוי מלא נאמדת בהפחתת הזיהום ב - 8.3% כאשר שיתוף פעולה מרבי מניב הכפלת הפעילות לאותה כמות גז פליטה. בקרה על מקדם הטעינה יכולה בצורה דומה לשפר את פליטת הגז ב - 18.2% עם פעילות כפולה של ההסעות. המסקנה היא שלוגיסטיקה עירונית יכולה לתרום רבות לשיפור הובלת המטענים בעיר עם כל ההשלכות שיש לדבר בתחום איכות החיים.

במסגרת איגוד ערים אירופיות מגדירה עמותת Energie-cites את הצורך בריסון התנועה במרכזי הערים למטרות אקולוגיות, ומעודדת שיתוף פעולה בתחום תכניות ניהול תנועה גם בערים בינוניות וקטנות, בהן קל יותר לעיתים ליזום שינויים בתחומי פיצול הנסיעות, עידוד רכיבה על אופניים במקום נסיעה ברכב פרטי ולוגיסטיקה משוכללת להובלת מטענים, בשעה שבערים גדולות, אילוצים עזים מונעים שינוי ואימוץ חלופות תחבורתיות לא מוכחות.

בתחום הובלת המטענים, הפתרונות לייעול ולצמצום נסיעות מיותרות מסוכמים בטבלה הבאה:

נוהל	יתרונות	חסרונות	דוגמאות
מסופי טעינה לוגיסטיים	צמצום נסיעות והפחתת זיהום אוויר	עלויות שינוע והפעלה וצורך בשיתוף פעולה בין ספקים ובין צרכנים	Nurenberg (Germany) Vejle (Danemark)
ניצול רכב הובלת מטענים לפינוי פסולת	ניצול צי רכב וחיסכון בנסיעות	הצדקה כלכלית לא מובהקת, צורך בשיתוף פעולה והבדלים תרבותיים	Nurenberg (project Isolde)
הגבלות תנועת רכב כבד	שיפור באיכות החיים, הפחתת סיכונים לתושבים	צורך באכיפה ובעיות חניה מחוץ לתחום המוגבל	Menemeni (Greece)
חלונות זמן בשכונות מגורים	צמצום גודש, צמצום עימותים בשעות השיא	הפרעות למסחר, קשיי אכיפה	Nurenberg, Menemeni, Vejle,
אמצעים פיסיים מרתיעים	מעודד שימוש בדרכים עוקפות והימנות מנסיעה בשכונות מגורים	מחייב בניית חלופות מציאותיות, הפרעה לרכב חירום, עליות בנייה	Nurenberg, Cork (Ireland) Menemeni, Vejle,

טבלה 2. אמצעים בשימוש לשיפור פעילות הרכב הכבד באזורים עירוניים

שיפור תהליכי החלוקה של מטענים המיועדים להספקה בתוך שטח עירוני צפוף מחייב שימוש במערכות תחבורה גמישות יותר. תכונה זו מושגת בין היתר בהפעלת צי כלי רכב קטנים שפעילותם משיגה את יעד צמצום זמני המשלוח והשגת המטרה של Just in Time. אך לתהליך מחיר כבד במונחים של גודש, של בעיות חנייה (הגדלת מספר הטעינות \ פריקות), של זיהום אוויר ושל ריבוי נסיעות המסכנות את המשתמשים בדרך. פתרון אפשרי לבעיות אלו טמון ביכולתה של מערכת התחבורה להתארגן בצורה המצמצמת ככל האפשר את הנסועה וזאת על ידי ניצול מיטבי של כל ק"מ נסיעה המבוצעת על ידי צי הרכב המוביל. יכולת זו בנוייה על מערכת בקרת פעילות מכלול חברות ההובלה באזור נתון, תוך כדי התעלמות מרבית מהתמחויות ומסוגי סחורה ולקוחות ספציפיים. בגישה זו אפשר להשיג שיעורי טעינה מרביים והפחתת נפח הנסיעות של כלי הרכב שאינם טעונים דיים. התוצאה היא שהנסועה קטנה לרמת הובלה נתונה, צריכת הדלק וזיהום האוויר משתפרים ובצורה עקיפה יש תרומה אפשרית לבטיחות העירונית.

א. דוגמה לשיתוף פעולה לוגיסטי :

במרכז העסקים של טנג'ין ביפן הופעלה מערכת שיתוף פעולה בין חברות הובלה המיישמות את העיקרון שהוצג לעיל. ניתוח השפעת מערכת זו נעשה על ידי Nemoto (1997) :

העיר טנג'ין נמצאת במחוז פוקואוקה, מתפרסת על שטח של 368 דונם ופועלות בתחומה 2161 חברות עסקיות. כל חברה מקבלת בממוצע יומי 2.3 משלוחי טעינה \ פריקה כשכל משלוח מניב בממוצע 4.6 חבילות. מסעדות מחוללות את המספר הרב ביותר של משלוחים (בממוצע 3.8 פעולות ביום), לעומת חנויות המסתפקות ב-2 משלוחים ביום. לעומת זאת מספר החבילות המיועדות לחנויות גדול יותר ומגיע לממוצע של 14.3 חבילות ביום. המסעדות ובאופן כללי חברות העוסקות במזון טרי מבצעות נסיעות רבות יחסית ומפעילות כלי רכב קטנים השייכים להן ולא לחברות הובלה חיצוניות ובסך הכל 70% מכלי הרכב שייכים לחברה המקבלת או השולחת סחורות באזור. כל יום נכנסים לאזור המרכזי ויוצאים ממנו 7500 כלי רכב ומהם 40% נמצאים בשלבי חניה למטרות טעינה ופריקת מטענים. זמן החניה הממוצע לנסיעה הוא 16 דקות ו- 80% מכלי הרכב לא חונים יותר מ- 20 דקות.

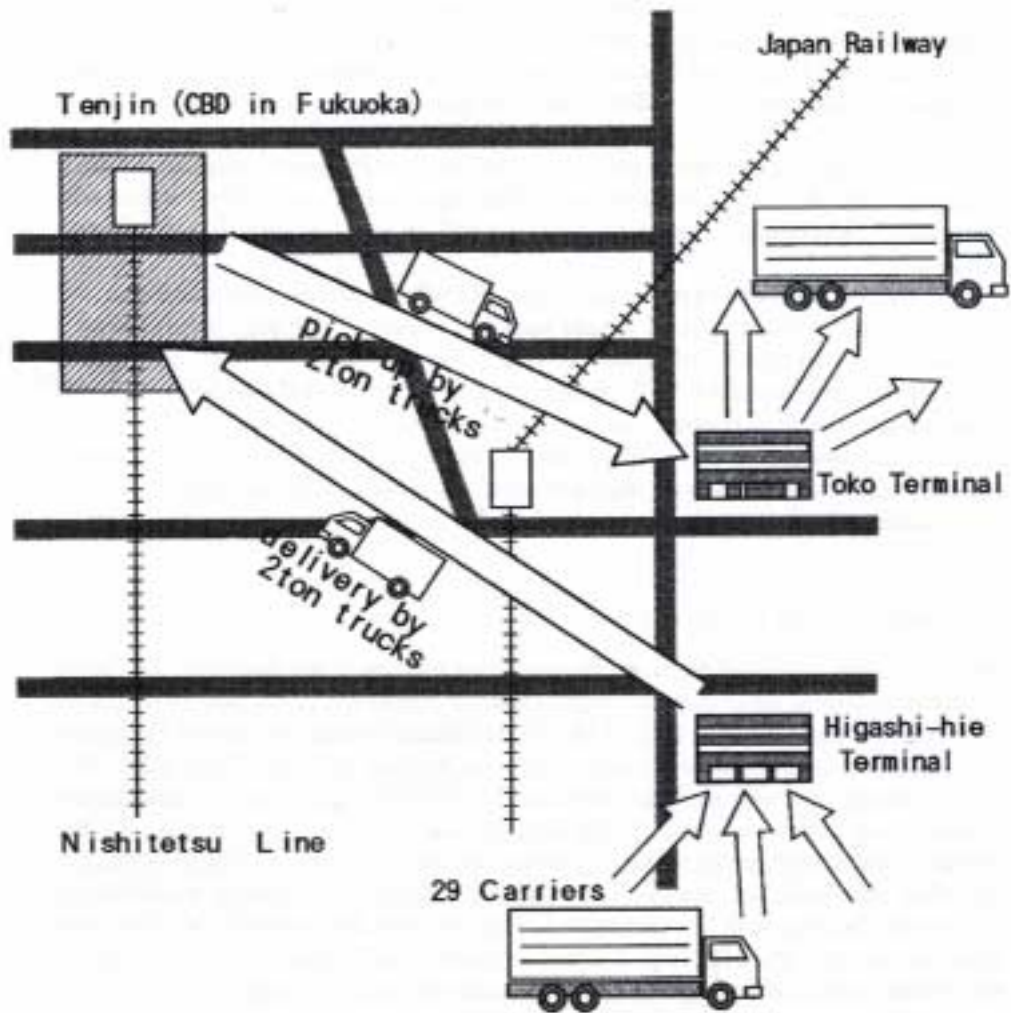
ב. מנגנון שיתוף הפעולה :

התהליך התחיל ב- 1978 ומתבצע היום עם 29 חברות הובלה הממנות אותו על ידי היטל של \$ 1.6 לחבילה.

התשתית להפעלת המערכת כוללת שני מסופים נפרדים :

- מסוף יבוא מטענים המקבל 3500 חבילות בממוצע יומי. המטענים עוברים מיון ונשלחים למרכז העיר שלוש פעמים ביום בעזרת צי משאיות קלות של 2 טון.

- מסוף יצוא מטענים המיוצרים או מעובדים במרכז הכלכלי העירוני. אלו מגיעים אליו החל מהשעה 16:00, עוברים מיון ונשלחים בקצב של 700 חבילות לרחבי הארץ. כל התהליך מסוכם בסכימה שלהלן.



ציור 1. סכימת הפעלת תהליך הלוגיסטיקה העירונית בטנג'ין (יפן)

ג. ניתוח חלוקת הזמן של פעילות ההובלה :

סקר בקרב חברות ההובלה מספק נתונים על חלוקת הזמן היומית של המובילים :

מיון מטענים	23%
נסיעות	22%
חיפוש חניה	2%
שינוע בתוך הבניין	19%
נסיעות לכניסה ויציאה מהבניין	14%
מגע עם הלקוחות	10%
מנוחה	10%

ד. הערכה :

המערכת מציעה לחברות ההובלה חיטון במספר הנהגים וכלי הרכב המופעלים ישירות על ידיהן. מצד שני על הנהגים מוטלות עבודות שינוע והובלה של מטענים של חברות שונות. כמו כן מוטלת על השותפות עלויות הפעלת המסופים.

לתושבי העיר יש את היתרון שמצטמצם מספר כלי הרכב הכבדים הנכנסים למרכז העיר. עם זאת מספר הנסיעות של כלי רכב קלים גדל כמו מספר העצירות למטרות טעינה ופריקה, הנעשות ברובן על המדרכות, בהיעדר מגרשי חניה פנימיים של החברות המסחריות הפועלות במע"ר. סיכום פעילות המערכת מחייב התייחסות לפרמטרים הבאים :

יתרונות	חסרונות
הפחתת מספר הנהגים וכלי הרכב	ביטול הקשר הישיר בין חברת ההובלה והלקוח
שיפור מקדמי טעינה	בעיות ביטוח ואחריות בשלבי התהליך השונים
צמצום הוצאות הובלה	עומס במטלות הנהיגה
צמצום נסיעות של רכב כבד בתוך העיר	עלויות הפעלת המסופים
הפחתת גודש התנועה תודות להפעלת כלי רכב קלים	תוספת פעולות שינוע מטענים בין כלי רכב ולעיתים אי התאמה טכנית לסחורות מסויימות
הפחתת צריכת דלק וזיהום אוויר	זמני הספקה יותר ארוכים

טבלה 3. השוואת יתרונות וחסרונות של מערכת הלוגיסטיקה העירונית בטנג'ין

יעילות המערכת מוערכת בעזרת מודל כלכלי כשהמדד המוסבר הוא צריכת הדלק וכמות המזהמים. המערכת מפעילה כיום צי של 34 כלי רכב המבצעים נסיעות יומיות של 15 ק"מ (כולל עצירות לטעינה ופריקה). המערכת מחוללת תנועה יומית של 1020 ק"מ * רכב או של 340 נסיעות. המודל מוביל לממצא שפעולות הובלה דומות בצורה עצמאית היו מחייבות 870 נסיעות, 2610 ק"מ*רכב והפעלה של 174 כלי רכב כדי להוביל את אותה כמות של מטענים. החיסכון התיאורטי הוא אם כן של 106 כלי רכב, 1590 ק"מ * רכב או 530 נסיעות. הממצאים מסוכמים בטבלה הבאה:

שיעור שיפור	פעילות הובלה עצמאית	שיתוף פעולה בין חברות הובלה	מדדים
60.9%	174	68 כלי רכב	נפח תנועה
"	2610	1020	ק"מ* רכב (מס' כלי רכב*נסיעות יומיות*מס' חברות
"	870	340	מספר נסיעות
0.8%	32,900 כלי רכב	31,635 כלי רכב	גודש תנועה בדרך הראשית
6.8%	2211 כלי רכב לשעה	2070 כלי רכב לשעה	גודש תנועה בדרכים משניות
0.4%	0.064 ppm	0.063 ppm	זיהום אוויר (NOx)
0.3%	62,130 ליטר	61,968 ליטר	צריכת דלק

טבלה 4. סיכום כמותי של השפעת המערכת הלוגיסטית על כלכלת ההובלה בטנג'ין

המערכת הנוכחית משרתת 29 חברות הובלה כשיתרונותיה עוד לא הגיעו לכדי ביטוי בצורה חד-משמעית. בדיקתה מעלה שהיא נתקלת במכשולים רבים ושהגברת יעילותה מחייבת מאמצים בנקודות הבאות:

- בניית מפרצי חניה בלעדיים לרכב הטוען ופורק
- עידוד בניית מגרשי פריקה וטעינה בתוך חצרות במבנים המשמשים את החברות שמקבלות שירותי הובלה
- הגבלות חניה של רכב פרטי לטובת המערכת
- יצירת מערכת שינוע תת-קרקעית המקשרת בין אזורי חנייה בעיר

- פיתוח כלי רכב חשמליים להובלת מטענים בתוך המבנים שבהם ממוקמות חברות היעד כדי לצמצם זמני הובלה פנים בניין

- שיתוף פעולה בין חברות המקבלות מטענים והשוכנות באותו בניין כדי שיוכלו להפעיל מערכת קבלה ומיון מקומית, ברמת הבניין או הבלוק.

ניתוח הפרמטרים השונים הבאים לכדי ביטוי בעלויות השונות ובזמן הנחוץ לביצוע פעולות שונות עם צי רכב משותף מוביל למסקנות שצפוי רווח גדול במיוחד אם תושג המטרה של קבלת מטענים משותפת על ידי חברות הממוקמות ביחד במע"ר: הפחתה של 20% מההוצאות. הפחתה נוספת בסדר גודל של 8% תושג על ידי ייעול תהליכי השינוע בתוך חצרות ובנייני החברה המקבלת את המטען, במיוחד שיש לספק את הסחורה לקומות גבוהות. כאן צפוי שיפור על ידי שימוש במערכות הובלה חשמליות המחליפות את האמצעים הידניים בשימוש כיום. יש לציין שהיתרונות הצנועים של המערכת במונחים של גודש תנועה, צריכת דלק וזיהום אוויר, כמו גם כנראה במונחים של תאונות, הושגו בעזרת מערכת האחראית ל - 5.6% מכלל פעולות ההובלה במרכז העירוני של טנג'ין. הרחבתה תניב אם כן שיפורים הרבה יותר משמעותיים.

הדוגמאות הקודמות של ניהול רציונלי של מערכות הובלה עירוניות מתקשרות למכלול פעולות של הלוגיסטיקה העירונית, סעיף במדעי כלכלת התחבורה המתעדת את הדרכים להשגת תועלת מרבית של מערכות ההובלה תוך כדי מיזעור המחיר החברתי שהן דורשות, במונחים של פגיעה אקולוגית ובמונחים של תאונות דרכים. העיר מוצאת את עצמה במאבק בין דרישות מנוגדות לתנועה ולאיכות חיים המחייבות השקעות בתשתית מול צרכים חברתיים אחרים.

4. תנאי פיתוח מערכות לוגיסטיות עירוניות

מטרת מערכות הובלת מטענים תוך-עירונית היא לספק את השירות הנדרש של הספקת מצרכים תוך כדי קיטון העלויות החברתיות. יעילות מרבית בהובלת המטענים אל ומחוץ לעיר תוך כדי מזעור הפגמים הבלתי נמנעים באקולוגיה ובבטיחות עוברת דרך שימוש באמצעים אינטגרטיביים לנייד מטענים. Thompson & Taniguchi (2001) מגדירים את תנאי הפיתוח של הלוגיסטיקה העירונית תוך כדי התייחסות לגורמי מפתח כמו חברות ההובלה, הצרכנים, תושבי העיר והרשויות המקומיות. לגורמים אלו תפקידים ויעדים פחות או יותר מנוגדים לא רק ביניהם אלא גם בתוך מכלול הדרישות הפנימיות של כל אחד מהם. הצרכן למשל רוצה בו-זמנית יותר נגישות לנקודות הספקה ומסחר אך בעת ובעונה אחת מתנגד למעבר של משאיות בשכונות מגורים ובדרכי נסיעה קרובות אליו.

כדי לספק שירותי הובלת מטענים בגישת "בדיוק בזמן" אך גם לצמצם את הגודש ואת צריכת הדלק המזהמת את האוויר וכל זאת במסגרת כלכלת השוק, אין מנוס ממאמצים לרציונליזציה של ההובלה בעזרת מגוון אמצעים כגון:

* שימוש במערכות מידע מתקדמות

* עידוד שיתוף הפעולה בין מובילים

* הפעלת מסופים לוגיסטיים ציבוריים (דוגמת מונקו או קאסל בגרמניה)

* פיתוח תובלה המבוססת על טכנולוגיות חדשניות (הובלה תת-קרקעית, רכב חשמלי)

תושבי העיר נוטים לגור בשכונות מגורים מבודדות מאזורי מסחר ובכך להימלט מההפרעה הנוצרת על ידי הרכב הכבד. מאידך המגמה לפירבור מעודדת שימוש ברכב הפרטי ומדרדרת את יכולת הקיום של המסחר השכונתי לטובת מרכזי קניות מרוחקים. לעיתים העיר דוחקת את התנועה הכבדה בדרך של מגבלות משקל (איסור כניסה לרכב מעל לטונאז' מסויים, דבר המחולל ריבוי נסיעות של משאיות קלות. פתרון נוסף טמון ביצירת "חלונות זמן" או קביעת שעות בהן מותר לפרוק ולטעון מטענים במרכז העירוני, בדרך כלל מחוץ לשעות הגודש.

באוסקה התחילו ב - 1999 להעמיד במספר חניונים לרשות המובילים כלי רכב חשמליים המיועדים להובלות בתוך העיר כשאפשר להשאיר את הרכב המשני בחניון אחר לאחר פריקת המטען בלי הצורך לחזור לחניון המקורי (שיטת רכב ההשכרה).

המובילים עומדים מול דרישות יותר ויותר נוקשות בתחומים הבאים :

- שינוע מטענים מרכב כבד למספר כלי רכב קלים

- צורך להימנע מנסיעות בטעינת חסר

- צורך לנסיעות בחלונות זמן מגבילים, במיוחד בשעות הלילה עם אילוצים לגבי הרעש ועלויות שכר

- התפתחות הובלות "צד ג'" המפרידות בין מזמין ההובלה ומבצעה.

פיתוח מערכות מידע :

אלו משרתות את מערכות ההובלה ברמות הבאות :

- הספקת תקשורת בין נהגים וביניהם ומערכת הבקרה

- הספקת מידע לנהגים בזמן אמיתי על מצב התנועה

- אכסון מידע היסטורי על מאפייני הנסיעות ליעדים שונים (זמני פעילות והמתנה, מהירויות)

לדוגמה הופעה מערכת מידע לווני משוכללת ביפן על ידי חברה המספקת חלב. במשך שנה מספר כלי הרכב הנחוצים ירד ב - 13.5% ומקדם הטעינה עלה מ - 60 ל - 70%.

Kohler (2000) מתאר את תנאי שיתוף הפעולה בין מובילים שונים בשטח עירוני שיושם בעיר קאסל בגרמניה. בעיר זו פועל מוביל ניטרלי את המטענים שספקים שונים מובילים למסוף ומוביל זה הוא הספק האחרון למערכת הקימעונאית. בשעה שהמובילים הבין-עירוניים מתמחים בסוג סחורה נתון, המוביל הניטרלי מספק את מגוון הסחורות שהוטענו על רכבו במסוף. בצורה זו הפחיתו המובילים החיצוניים את הנסועה שלהם ב - 45% כשנפח ההובלות הוכפל (גידול ב - 140% במשקל) וכשהנסועה הכללית במע"ר ירדה ב - 1%. הפעילות בוצעה על ידי 260 כלי רכב לעומת 300 הנחוצים לאותה פעילות בהיעדר שיתוף פעולה בין מובילים.

הלוגיסטיקה העירונית תשפר את ביצועי ההובלות בתנאים הבאים :

- הרחבה לאזורים גדולים ככל האפשר

- גיוון הסחורות המובלות

- הפעלת מסופים

- איסוף מרוכז של אריזות משומשות על ידי רכב לאחר פריקת מטענים

תקשורת בין סוכנויות הובלה וקמעונאים

- ניצול התחבורה הציבורית להובלת סחורות ומטענים מסויימים.

הבעיה שעוד לא באה לפתרונה כדי לעודד ולפתח שימוש בגישות לוגיסטיות להובלת מטענים בעיר היא שחלק גדול מהשפעות הגישה מתבטא ביתרונות חברתיים כמו צמצום גודש וירידה בזיהום האוויר אך לא ישירות ובצורה חד-משמעית לחברת ההובלה, דבר שמפחית את מניעיה להשתתף בתהליך והמציב אתגר למערכת הציבורית אם היא רוצה לעודד חברות פרטיות להיכנס לתהליך.

5. עיקרון המסוף הלוגיסטי ותכונותיו

המחקרים שנותחו לעיל ממחישים עד כמה עומד עיקרון המסוף הלוגיסטי במרכז פיתוח תהליכי הובלה מיטביים, הן מבחינתו של המוביל היחיד והן ברמה החברתית הכוללת. פיתוחם, קביעת מיקומם ומידותיהם מהווים תנאים הכרחיים להצלחת הפעלתם כדי לגרור לשינוי משמעותי בשימוש בתוך העיר ברכב הובלות כבד, רעשני ומוזהם, שלא לדבר על חומרת פגיעתו במשתמשים בדרך אחרים.

הגישה הלוגיסטית הקלאסית מנצלת את אמצעי התקשורת והתכנון להובלת מטענים יעילה יותר, תוך כדי הפעלת מרכזים לוגיסטיים וניצול מיטבי של ציי הרכב, אך מבלי לשנות את מבנה המשלוחים ובצורה זו משלוחים קטנים מאוחדים במסגרת הובלה משותפת. גישות מתקדמות יותר יכולות לפעול ברמת עירוב וחיבור משלוחים ושינוע נפרד בזמנים ובכלי רכב שונים כדי להגיע ליעילות כלכלית מרבית. Binsbergen & Visser (1999) מתארים את הגישות הללו בעזרת הסכימות הבאות:

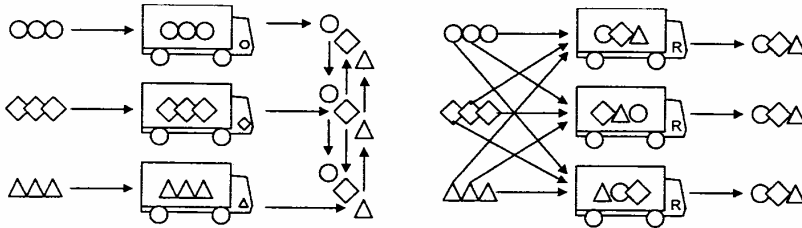


Figure 3: traditional distribution (left) and composite warehousing (right)

commodities and specialities

In commodities/specialities distribution, commodities (high turnover – low profit goods) are distributed along other paths than specialities. The system requires a very reliable logistical system and local or regional storage facilities for commodities. These regional depots serve *all* destinations in a specific area. Retailers themselves directly distribute specialities (see Visser et al, 1998).

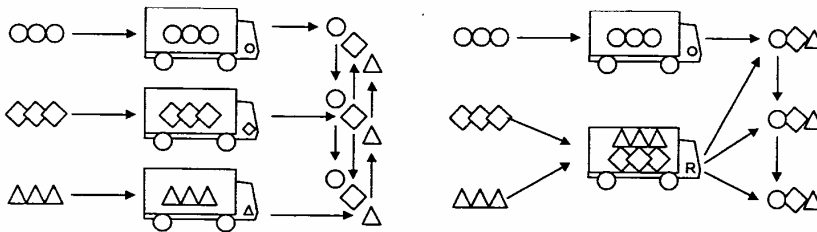


Figure 4: traditional distribution (left) and commodity/speciality distribution (right)

split&combine distribution (pipelining)

Split&combine distribution optimally allocates individual packages to the logistical system (vehicles, handling systems, depots), this to make optimal use of available capacities. This means that shipments may be split and the contents can be transported along different routes and at different times, At the end of the chain, shipments are re-combined and delivered to the final addressee (Koekenberg, 1999).

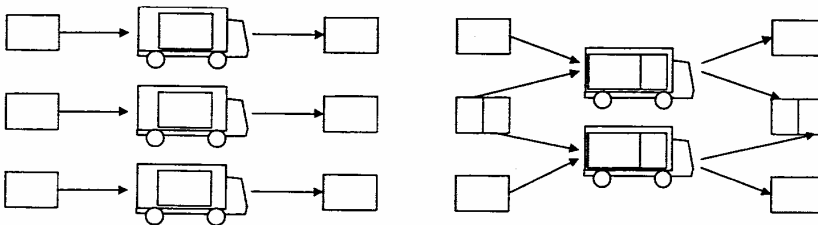


Figure 5: split&combine distribution (pipelining)

ציור 2. גישות בלוגיסטיקה עירונית

הסכימות מתארות 3 תהליכים בסיסיים :

א. עירוב מטענים מספקים שונים דרך מעבר במרכז הפצה

ב. העברת מטענים מסוגים שונים לקמעונאי עם הפעלה חלקית של מרכזי הפצה

ג. שיטת הפיצול והרכבה של מטענים עם שינוע מרכב מתמחה לרכב הובלה מעורב

Taniguchi et al. (1999) מציגים מודל לפיתוח מסופי הפצה הפועלים לפי עיקרון שיתוף הפעולה בין מובילים :

הפעלת המסוף כוללת פעולות העברות מטענים בין כלי רכב שונים, פעילות שוק מורכב, הפעלת מרכזי מידע, אך גם תערוכות ומפגשים. המסוף יכול לספק מגוון שירותים מסחריים אם כי במרכז פעילותו עומדת מטלת ההפעלה היעילה ביותר של צי הרכב על ידי קביעת תוואי דרך מיטבית בזמן אמת, תכנון גמיש של לוחות זמנים וניצולת מרבית של כלי הרכב המופעלים מתוך המסוף. אחד היתרונות של מערכת מסוג זה היא יכולתה לספק שירותי אופטימיזציה להובלות גם לחברות קטנות שאין להן את היכולת הטכנית להפעלת מערכות ממוחשבות וגם לא את הכושר הכלכלי להשתמש בציוד מתוחכם אך יקר. יתר על כן, חברות בעלות היקף פעילות צנועה יכולות ליהנות במסגרת זו מתמיכה ציבורית.

העיקרון של מסוף לוגיסטי הוא הפרדת שתי פונקציות של ההובלה: הובלה ממרחק רב (יחסית) על ידי רכב כבד או רכבת (line-haul) והובלה מקומית על ידי משאיות קלות (local pickup). המסוף הלוגיסטי הוא מקום המפגש של שתי המערכות, בדומה לשוק הסיטונאי כשבחלק מהמקרים מתבצעת במסוף פריקה ואכסון של מטענים. פיתוח המודל על ידי החוקרים היפניים איפשר להם לבחור בפתרון האופטימלי למערכת מסופים לוגיסטיים המתוכננים בין קיוטו לאוסקה ל - 2010. מערכת זו תכלול שני מרכזי הובלות ממרחק רב ו - 36 מרכזי הפצה מקומיים. המיקום האופטימלי למסופים נמצא בקרבת צמתים של דרכים ראשיות ובקרבת הערים הגדולות, למרות מחיר הקרקע הגבוה, כיוון שהתברר שהגודל גדול יותר על רשת הכבישים המשנית אם המסופים מתחברים אליה, ואשר משמעותו הגדלת עלות ההובלות.

6. מעורבות רכב כבד בתאונות עירוניות

בישראל בשנת 2002 על פי דוח הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים (2003), היו מעורבים בתאונה עירונית 25,362 כלי רכב, מהם 564 משאיות מעל ל - 4 טון. זהו שיעור מעורבות של 2.2% אך נתון זה מחמיר לאור העובדה שמתוך 255 תאונות קטלניות 23 היו של רכב כבד, כלומר שיעור קטלניות של 9%. ביחס למספר כלי הרכב, משאיות מעל ל - 4 טון מציגות שיעור קטלניות עירונית של 49 מעורבים ל - 100,000 כלי רכב לעומת 6.5 ל - 100,000 בקרב כלי הרכב הקלים. אין ספק שמעורבות גבוהה זו היא פועל יוצא גם של נסועה גבוהה יותר אך חומרת היתר של תאונות רכב כבד אינה מושפעת מהנסועה אלא מתוקפנות היתר שלו הקשורה למאסה וליכולות תמרון ובלימה נמוכות יותר מאלו של המכונית הקלה. אין נתונים על מעורבות משאיות כבדות מעל ל - 16 טון בתאונות עירוניות אך הממצאים הכלליים שמפרסמת הלמ"ס (דוח 102 \ 2003) מצביעים על שיעור מעורבות בתאונות קטלניות של 9.6% מכלל התאונות הקטלניות בארץ כשתרומת כלי רכב אלו לנסועה הכללית היא 2.9% בלבד.

מאפיינים אלו אינם מיוחדים לישראל וגם בחו"ל נמצאים ממצאים דומים לגבי מעורבות כלי רכב כבדים בתאונות עירוניות. Sweatman et al. (1995) חקרו באוסטרליה את הדרכים להגדרת אסטרטגיה תחבורתית למיתון הסיכון הנובע מתנועת רכב כבד בדרכים עירוניות תוך כדי הבהרת הפתרונות הרצויים לגבי :

- ניצול יעיל יותר של תנועת הרכב הכבד
- פיתוח מערכות ניהול תחבורת מטענים השואפת להשגת ניידות מרבית תוך כדי שמירה על הבטיחות
- פיתוח אמצעי תחבורה משוכללים
- הפחתת תוקפנות הרכב הכבד בעת פגיעה ברכב קל
- שיפור מערכות הבטיחות של הרכב הכבד כולל יציבותו ומערכות הבקרה שלו
- שיפור תחזוקת מכלולי הבטיחות של הרכב הכבד.

הממצאים באוסטרליה מצביעים על מעורבות רכב כבד (מעל ל - 3.5 טון) בתאונות עירוניות חמורות בסדר גודל של כמחצית מכלל התאונות של סוג רכב זה ונמצא שתאונות רכב מפרקי חמורות פי שניים יותר מאשר אלו של רכב קשיח (ללא נגרר). מעורבות יתר של רכב מסוג סמי-טריילר נמצאה בתאונות עירוניות בצמתים מרומזרים, ביציאות מדרכים ישרות בהן המהירות המותרת נמוכה יחסית ופגיעות חזיתיות ובצד שמאל של הרכב (הנהיגה באוסטרליה מצד שמאל), באזורי מהירות נמוכה.

נהגי משאיות נפגעים יחסית יותר בתאונות המתרחשות בדרכים ראשיות ובמהירות גבוהה ואין הם נהנים ממיגון על ידי חגורת בטיחות או כריות אוויר, אך רוב הנפגעים בתאונות רכב כבד אינם נוסעים ברכב זה אלא נוסעי רכב קל הנפגע בתאונה או רוכבי רכב דו גלגלי והולכי רגל. בקרב אלו נמצא בארה"ב על ידי Retting (1993) בבדיקת מדגם של 227 תאונות שהנפגעים העיקריים בתאונות קטלניות מתרחשות בשכיחות גבוהה במיוחד בצמתים מרומזרים. במחציתן הקורבן היה מעל לגיל 60 ו - 38% מהנפגעים היו מעל לגיל 70. פגיעה בהולך רגל נחשבת כסוג הפגיעה המאפיינת תאונות רכב כבד בשטח עירוני (כ - 28% מהתאונות הקטלניות), כאשר, יש לציין, אין נהג הרכב הכבד אשם בתאונה ברוב המקרים.

המחקר האוסטרלי בודק את מכלול הגורמים התורמים לסיכון היתר הנובע מתנועת הרכב הכבד בדרכים עירוניות. אלו גורמי רכב, גורמים הקשורים לתפקוד הנהג וגורמים סביבתיים של הדרך העירונית:

א. גורמי רכב:

בשטח עירוני נע הרכב במהירויות נמוכות יחסית לדרכים בין-עירוניות כך שיכולת הבלימה הפחותה שלו לעומת הרכב הקל משחקת תפקיד פחות מכריע. לעומת זאת מעריכים שגורמי ראות וחסימות בשדה הראייה, במיוחד בתמרוני פנייה וחנייה, כמו גם רדיוס הסיבוב הגדול של רכב כבד, לעומת מכונית פרטית, יכולים להשפיע לרעה על יכולת הנהג למנוע תאונה. בניית מדגם של 48 תיקי פגיעה בהולך רגל על ידי משאית, מוצא Retting שרוב הפגיעות התרחשו כשנהג הרכב לא זיהה את הולך הרגל לפניו, והתרחיש החוזר על עצמו הוא של זינוק המשאית ברמזור כשהוא עובר לירוק אך שהולך רגל עוד לא סיים את החצייה ונמצא קרוב מדי לחזית הרכב.

סוג שונה מאוד של תאונה בה מעורב רכב כבד הוא דווקא מצב של נראות לקוייה של משאית חונה שבה פוגע רכב קל בתנועה. למרות מידות הרכב הכבד, החזרת אור לקוייה במקומות חסרי תאורה מתאימה מהווה גורם משמעותי. גורם טכני נוסף הדורש התייחסות טמון במבנה הפגושים התוקפני של רכב כבד שתכנון משוכלל יכול למתן את פגיעתו בהולכי רגל.

ב. גורמי אנוש :

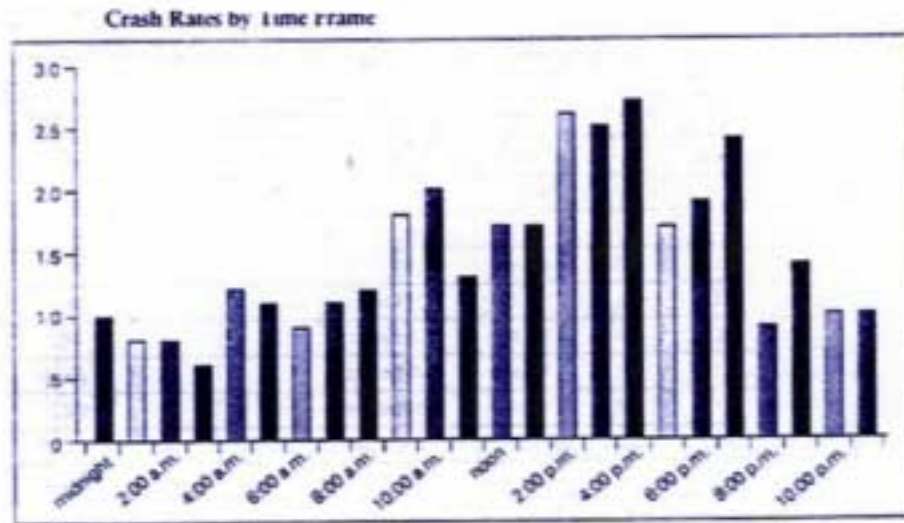
נהגי רכב כבד באוסטרליה נוהגים לנהוג תחת השפעת אלכוהול בשכיחות יחסית גבוהה. גורם תורם נוסף היא העייפות המצטברת של נהגים מקצועיים המוערך כתורם ב - 10 עד 20 % מהתאונות הקטלניות של רכב כבד.

ג. גורמים סביבתיים :

החוקרים האוסטרלים מעריכים שבשטח עירוני, הגורם הסביבתי העיקרי הוא ההפרעות בשדה הראייה של הנהג לעומת משקל צנוע יותר להיבטים הנדסיים של הדרך, השכיחים יותר בדרכים בין-עירוניות. עם זאת, אין להתעלם מהשפעת תשתית תחבורתית עירונית משופרת על התאונות כנראה בדוגמה של ניו יורק, בה מספר ההרוגים בתאונות דרכים ירד מ - 701 ל - 388 (44.6%) בעשור האחרון (NY DOT 2002).

אחת הדרכים לצמצום הגודש של רכב כבד מבוססת על הפעלת מערכת ההובלות העירוניות בשעות הלילה המאוחרות. אך נהיגה בשעות אלו יכולה להגביר את הסיכון של תאונות עייפות. נושא זה נבדק על ידי Drissel (2003) במסגרת בחינת פעילותה של חברת הובלה המעבירה מטענים ממרכזים לוגיסטיים לנקודות מכירה ברדיוס של 4 שעות נסיעה. המרכזים נמצאים באזורים כפריים. בניתוח מדגם של 344 תאונות (רובן של נזק בלבד) בהן היו מעורבים משאיות של החברה, נמצא שביחס למספר שעות הנהיגה הממוצע לפרק זמן נתון ביממה, הסיכון בשעות הלילה, בין חצות ל - 5:00 בבוקר הוא הנמוך ביותר (כ - 0.9 תאונות ל - 10,000 שעות נהיגה באותן שעות, לעומת ממוצע יומי של 1.4 תאונות ל - 10,000 שעות נהיגה. בשעות החשכה, הנהגים צורכים 20% מזמן הנהיגה הכולל, אך מעורבים רק ב - 12.5% מהתאונות המתרחשות במרוצת זמן זה.

ההסבר לתופעה לדעת החוקרים, ולדבר יש משמעות לגבי מדיניות הפעלת צי רכב מסחרי באזור עירוני, הוא ששני גורמים פועלים לטובת הבטיחות בשעות החשכה בדוגמה המוצגת והם השמירה על ידי החברה על דרישות החוק בנושא שעות עבודה ומנוחה והעובדה שבגלל רדיוס הפעולה הצנוע יחסית, הנהגים העובדים בלילה ישנים בביתם לפני זמן העבודה כך שההשכמה המוקדמת לא פוגעת ביכולתם לנהוג בצורה בטוחה. פילוג שיעורי המעורבות בתאונות לאורך היממה מוצג בצירוף הבא :



ציור 3. שיעור תאונות ביחס לזמני הנהיגה בכל שעה ביממה

7. דיון

בדיקת הספרות המקצועית הדנה באחרונה בסוגיית תנועת הרכב הכבד בעיר ובחינתה בהקשר הבטיחותי האפשרי שלה מעלה את הנקודות המרכזיות הבאות:

א. למרות היות תנועת הרכב הכבד בעייתית לשמירת איכות החיים באזורים עירוניים, אין אפשרות למנוע אותה בצורה מוחלטת שכן קיומה הכלכלי של העיר תלוי בפעילות זו. גם הסיכון שכלי רכב אלו יוצרים לתושבים, ובמיוחד להולכי הרגל, איננה עילה מספקת להחלטה דרסטית בנושא זה. הטיפול במצוקה התחבורתית הקשורה לתנועת הרכב הכבד צריך אם כן למצוא את האיזון בין דרישות סותרות של הכלכלה ושל איכות החיים והבטיחות.

יש לציין שקיימת מודעות גדולה לסיכון הנובע מתנועת משאיות בדרכים עירוניות, במיוחד להולכי רגל, והדבר בא לכדי ביטוי בסקרים שנעשו בקרב נציגי חברות הובלה ונציגי רשויות מקומיות: בבריטניה הנושא הוזכר על ידי 37% מהעונים לסקר לעומת 42% שהתייחסו לנזקי זיהום אוויר. עם זאת, הממצאים אינם מצדיקים הגבלות משמעותיות לתנועת הרכב הכבד בעיר רק על רקע של סיכון בטיחותי.

ב. רוב המחקרים העוסקים ביעול הובלת מטענים בשטח עירוני מצביעים על מרכזיות הסוגייה האקולוגית והכלכלית לעומת התייחסות מעטה להשלכות בטיחותיות של תנועת הרכב הכבד בעיר ושל מגבלות תנועה אפשריות כפתרון לבעיות אלו. אמנם שיפורים בתהליך ההובלות מטעמי איכות החיים יכולים להשליך גם על מספר וסוג התאונות ובכך להעלות את כדאיותם.

ג. חלק מבעיות תנועת הרכב הכבד בעיר ניתן לפתרון על ידי שימוש בגישות לוגיסטיות מתקדמות המובילות לניצול מיטבי של מערכת התחבורה וזאת על ידי הפעלת טכנולוגיה משופרת למיזעור הנזקים הבלתי נמנעים של תחבורת המטענים. אחד מכיווני המחשבה הוא ביטול תנועת רכב הובלה בצירי תנועה מרכזיים לטובת צינורות שינוע תת-קרקעיים או עיליים. לטכנולוגיה עתידית זו יש גם השלכות בטיחותיות אך היא עוד רק בגדר רעיון ויישומה מרוחק.

ד. ניתן לצמצם את מעבר משאיות כבדות בתחום העירוני על ידי העברת המטענים לכלי רכב מסחריים קלים אך תחלופה זו לתנועת הרכב הכבד כרוכה במחיר כלכלי ותחבורתי לעיתים מופרז כיוון שלא תמיד אפשר להקים מסוף לוגיסטי, לפרוק את המטענים ולהעבירם ליעד הסופי בעזרת רכב מסחרי קטן. לפתרון זה יש יתרונות, במיוחד בהיבט האקולוגי אך במחיר של נסועה מוגברת ושימוש במספר גדול יותר של כלי רכב. שני גורמים אלו תורמים תרומה שלילית לבטיחות.

ה. הגבלת התנועה באזור מסויים גוררת הסטת התנועה העוברת לאזורים אחרים ובהיעדר חלופות תחבורתיות תקינות, שינוי זה עלול לעודד תנועת משאיות בצירי תנועה פחות בטיחותיים ובמיוחד בדרכים משניות המשרתות שכונות מגורים. עם זאת, כשמדובר בשינוע מטענים לתוך המרכז העירוני, להסטת התנועה אין משמעות רבה. בנוסף, יש לזכור שבתנאי התחבורה בארץ, נדירים הפתרונות של מעקפים ודרכים חלופיות במטרה לדחוק את התנועה העוברת מחוץ למרכז העיר, דבר הנעשה על ידי הנהג באופן טבעי וללא חיוב פורמלי, כשהחלופה מציאותית.

ו. יש לקחת בחשבון השלכות כוללניות על הכלכלה ועל הפעילות החברתית באזורים בהם הגבלת תנועת הרכב הכבד תדרבן מעבר הפעילות הכלכלית לאזורים אחרים תוך כדי פגיעה באזור המטופל ותוך כדי הסטת הבעיה ללא פתרונה.

ז. אין ספק שלרכב כבד יש רמת תוקפנות גבוהה ביחס לרכב הפרטי והמסחרי הקל, וזו מתבטאת בחומרת תאונות גבוהה. בארץ נמצא שמשאיות מעל ל - 4 טון מעורבות בכ - 2% מהתאונות העירוניות אך גם ב - 9% מהתאונות הקטלניות השטח עירוני. ממצאים דומים נצפו בחו"ל במיוחד לגבי הולכי רגל (28% מהנפגעים קטלנית בתאונות עירוניות של רכב כבד בארה"ב). תאונות אלו מתקשרות לעיתים קרובות למגבלות בשדה הראייה של נהג המשאית ודורשות כנראה שיפורים בתחום הנדסת האנוש וטכנולוגיית הרכב.

למרות השלכות בטיחותיות אלו, הגבלת תנועת הרכב הכבד בעיר איננה פתרון מציאותי בגלל הצורך בהמשך הספקת המטענים. מעבר מרכב כבד לרכב הובלות קל יכול אמנם להשפיע לטובה על הבטיחות בגלל תוקפנות מופחתת של הרכב המסחרי הקל אך כאמור לפתרון זה מחיר גבוה יותר במונחים של מספר כלי רכב ונסועה. התוצאה הסופית עלולה אם כן להיות שלילית גם במספר ובחומרת התאונות אך כיון שהנושא לא נבדק עד כה לעומק, רצוי לבחון כיצד ישפיע השינוי בהרכב צי הרכב הנע בדרכים עירוניות על מאפייני והיקף התאונות תוך כדי שקלול כל הגורמים המשפיעים, לרבות שינויים בשעות הפעילות, כשרכב קל יוכל אולי לפעול בשעות הלילה המאוחרות, בתנאים של היעדר הולכי רגל, לעומת פעילות זו עם הרכב הכבד שתתקבל פחות על ידי הציבור בגלל רמת רעש בלתי נסבלת.

8. מסקנות

מפגעי התחבורה המסחרית בעיר ניתנים עקרונית לצמצום על ידי האמצעים הבאים:

- צמצום נסיעות בעזרת הפעלת ציי רכב מתוחכמת בגישות הלוגיסטיקה העירונית הנתמכת בחקיקה המדרבנת ניצול מיטבי של הרכב (דרישה למקדם טעינה גבוה),

- מעבר לכלי רכב יותר ידידותיים לסביבה (רכב חשמלי או לפחות בעל מינוע משולב),

- שימוש ברכב הובלה יותר קטן. אמנם השפעתו הסופית של אמצעי זה אינה ידועה בגלל התוצאות הסותרות של רכב קטן, מזהם פחות ותוקפני פחות, אך המסיע פחות מטענים כך שנסועתו גדלה,

- הפעלת רכב מסחרי בשעות החשכה, מחוץ לזמן העומס והגודש אך גם בשעות בהן יש מעט יחסית הולכי רגל. אמצעי זה נתקל בהתנגדות הן מצד האוכלוסייה (רעש) והן מצד חברות ההובלה ולקוחותיהן (תעריפי לילה),

- אמצעים הנדסיים להפחתת המהירות באזורים עירוניים הנוגעים לא רק לתנועת רכב כבד אלא לכלל התחבורה העירונית.

בכל מקרה אין בספרות המקצועית דוגמאות לטיפול בנושא מפגעי הרכב הכבד דרך הגבלה גורפת של השימוש בדרכים עירוניות כיוון שעיקר הפעילות שלו בעיר איננה ניתנת לביטול מלבד נסיעות עוברות שבדרך כלל נהג הרכב הכבד מנסה לבצע מרצונו החופשי מחוץ לעיר כדי לחסוך זמן.

על סמך נתוני המחקר שנבדקו אין אפשרות כלכלית וגם אין הצדקה בטיחותית להגבלת תנועת רכב כבד בדרכים עירוניות ונראה שעיקר הבעיות שתנועת רכב זה יוצרת לחברה שייכות לתחום האקולוגיה והכלכלה, ונוגעות רק באופן שולי בתחום הבטיחות בדרכים. עם זאת, לרוב האמצעים המוצעים לשיפור מערכת הובלת המטענים בעיר יש משמעות חיובית, אם כי לא מכרעת, על מניעת תאונות וצמצום חומרתן.

9. מראי מקום:

משרד התחבורה (2003): תאונות דרכים בישראל 1995 - 2002. דוח הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים.

הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2003): תאונות דרכים עם נפגעים, דוח 102.

Binsbergen A., Visser J. (1997): urban freight distribution by short distance combined transport. 25th European Transport Forum, PTRC, vol. 412, 55 - 66.

Binsbergen A., Visser J. (1999): new urban goods distribution systems. Urban Transport Systems, 2nd KFB Research Conference, Lund University, 241 - 250.

Browne M., Allen J. (1997): strategies to reduce the use of energy by road freight transport in cities. 25th European Transport Forum, PTRC, vol. 412, 79 - 96.

COST 321 (1998): urban goods transport, European Commission, Directorate General Transport. Office for Official Publications of the European Communities, Belgium.

Drissel R.J., Spiegel W.D.(2003): are late-night truck drivers more dangerous. Transportation Quarterly vol. 57, 2, 39 - 46.

Energie - Cités (www.energie-cites.org/pdf/rf_priva.pdf)

Kohler U. (2000): how to change urban traffic with city logistics. IFAC Control in Transportation Systems. Proc. conf. 199 - 201. Braunschweig Germany.

Lewis C.A. (1998): a review of urban freight movements in the UK. Urban goods transport, COST 321, Belgium.

Nemoto T.(1997): area-wide inter-carrier consolidation of freight in urban areas. Transport Logistics vol. 1, 2, 87 - 101.

N.Y. DOT. (2002): traffic safety improvements into the 21st century.

Retting R.A. (1993): a review of fatal injuries to pedestrians induced by urban truck crashes. 37th Annual Proc. AAAM, 117 - 128.

Sweatman P.F. et al. (1995): heavy vehicle crashes in urban areas. Federal Office of Road Safety, CR 155, Australia.

Taniguchi E. (2000): an evaluation methodology for city logistics. Transport Reviews 20, 1, 65 - 90.

Taniguchi E. et al. (1999): optimal size and location planning of public logistics terminals. Transportation Research Part E 35, 207 - 222.

Thompson R.G., Taniguchi E. (2001): city logistics and freight transport. in: Brewer ed.: Handbook of logistics and chain management. Elsevier Science Ltd, the Netherlands.