



הכנסת

מרכז המחקר והמידע

המחלקה לפיקוח תקציבי

**הצעת חוק לתיקון פקודת התעבורה
(תמרוך סימון על פני הכביש – שימוש
באמצעי מונע החלקה), התש"ע-2009**

- ניתוח עלויות -

הכנסת, מרכז המחקר והמידע

קריית בן-גוריון, ירושלים 91950

טל': 02 - 6408240/1

פקס: 02 - 6496103

www.knesset.gov.il/mmm

כתיבה: אילנית בר, כלכלנית

אישור: עמי צדיק, מנהל המחלקה לפיקוח תקציבי

עריכה לשונית: מערכת "דברי הכנסת"

י"ח בשבט תש"ע

2 בפברואר 2010

מסמך זה נכתב לבקשת חה"כ יוליה שמאלוב-ברקוביץ, ובו ניתוח העלות הצפויה מהצעת חוק לתיקון פקודת התעבורה (תמרוך סימון על פני הכביש – שימוש באמצעי מונע החלקה), התש"ע-2009.

1. רקע: סימוני דרך

שיעור תאונות הדרכים, בעיקר של כלי רכב דו-גלגליים, מושפע בין היתר מערכי ההתנגדות להחלקה של סימוני הדרך שעל הכביש. ככל שערך ההתנגדות להחלקה גבוה יותר, משתפרת אחיזת הרכב בכביש ומספר התאונות קטן.¹

לעתים קרובות חומרי הצבע שמשמשים בהם לסימון הדרכים גורמים להפרשים גדולים בין ערכי ההתנגדות להחלקה על פני הסימון לבין ערכי ההתנגדות להחלקה על הכביש. הפרשים אלה בין ערכי ההתנגדות להחלקה עלולים ליצור מצבים מסוכנים בעבור כלי הרכב הנוסעים בכביש, כאמור – בעיקר בעבור כלי רכב דו-גלגליים.²

בעיית ההחלקה על סימני הדרך נגרמת בשל שלושה גורמים עיקריים:³

- לחומרי הצבע המשמשים לסימון הדרך ערך חיכוך נמוך;
- מצביעת שכבות רבות של צבע זו על זו מתקבל משטח חלק;
- הפער בין ערך ההתנגדות להחלקה של פני הכביש לבין ערך ההתנגדות להחלקה של סימני הדרך מחמיר את סכנת ההחלקה.

אפשר לחלק את הצבעים לסימון דרכים לשני סוגים עיקריים:⁴

חומרי סימון המסווגים "קיים קצר"⁵ (קונבנציונליים), דהיינו משך חיים קצר יחסית – אורך החיים הממוצע של צבעים אלה הוא ארבעה עד 12 חודשים בדרך כלל – תקופת זמן קצרה יחסית, שלאחריה נדרש חידוש של סימון הדרך.

חומרי סימון המסווגים "קיים ארוך" – סוגים שונים של חומרים מסווגים כחומרי סימון ארוכי טווח. אורך החיים של חומרים אלה נע בין שנה אחת לחמש שנים.

אורך חיי הצבע תלוי בין היתר באספלט שעליו צובעים. אם הכביש חדש יחסית צבע הסימון יהיה עמיד לתקופה ארוכה יותר.⁶

¹ ויקטוריה גיטלמן ומשה ליבנה, "פיתוח מודלים לביטוי הקשר בין רמות התנגדות להחלקה ותאונות דרכים", האגודה הישראלית למחקר תחבורה (איל"ת), באתר האינטרנט, http://www.iatr.org.il/downloads/march_2007.pdf, כניסה: 13 בינואר 2010.

² אינג' בסימה מזאווי וד"ר רפאל ירון, משרד התחבורה והבטיחות בדרכים - האגף לתכנון תחבורתי, "ניסוי שדה על חומרים לסימון דרכים", יוני 2007, באתר האינטרנט, www.mot.gov.il/wps/pdf/HE_TRAFFIC_PLANNING/MaterialRoadMarkingTest.pdf, כניסה: 24 בינואר 2010.

³ משה ליבנה, דוח הוועדה המקצועית לבחינת סוגיית מקדמי החיכוך בראשות פרופסור משה ליבנה, דצמבר 2006.

⁴ אינג' בסימה מזאווי וד"ר רפאל ירון, "ניסוי שדה על חומרים לסימון דרכים – דוח סופי", יוני 2007, באתר האינטרנט, www.mot.gov.il/wps/pdf/HE_TRAFFIC_PLANNING/MaterialRoadMarkingTest.pdf, כניסה: 24 בינואר 2010.

⁵ "קיים קצר" ו"קיים ארוך" הם המונחים המקובלים בקרב היצרנים לאפיון אורך החיים של צבעים וחומרים דומים.

⁶ מר דביר תמרי, מנכ"ל חברת "אפרים תמרי ובניו", שיחת טלפון, 28 בינואר 2010.



במהלך השנים פותחו סוגים שונים של תוספים שאפשר לשלב בצבעי הסימון כדי לשפר את נראות סימון הדרך (בעיקר בלילה) ואת התנגדותו להחלקה. חומרי סימון המסווגים "קיים ארוך", אשר עומדים בתקן הישראלי ובתקנים בין-לאומיים, מכילים בתוכם תוספים אלה. אשר לחומרים הקונבנציונליים אין דרישות בתקנים העולמיים להוספת תוספים מונעי החלקה, ויש הטוענים כי הצבע עצמו גורם להחלקה על פני הדרך, בעיקר של רכב דו-גלגלי.⁷

רמת ההתנגדות להחלקה על סימון הדרך משתנה לאורך זמן. נסיעה של כלי רכב רבים על פני סימון הדרך, קרינת השמש, הצטברות זיהומים ומאפייני הכביש משפיעים על קצב השחיקה של סימון הדרך מבחינת הנראות שלו ומבחינת ההתנגדות להחלקה. לרוב חומרי הסימון אין רמות גבוהות של התנגדות להחלקה לאורך זמן. התוספים המגבירים את ערך ההתנגדות להחלקה יעילים לתקופה מוגבלת בלבד ומגבירים את קצב צבירת הלכלוך על פני סימון הדרך.⁸

2. המצב כיום והשינוי המוצע

כיום רוב סימוני הדרך במדינת ישראל, כמו ברוב מדינות העולם, מיושמים באמצעות צבעי דרך קונבנציונליים ולא באמצעות חומרים המסווגים "קיים ארוך". יחד עם זאת, מדינות שונות בעולם החלו לחייב שימוש בחומרים המסווגים "קיים ארוך".⁹

בתקנות התעבורה, תשכ"א-1961 [תיקון 10/11/09], סעיף 18 (ד), נקבע: "רשות התמרור מקומית תהיה אחראית להצבתו, התקנתו, הפעלתו, סימונו, רישומו ואחזקתו של כל הסדר תנועה שבתחומה". למיטב ידיעתנו, עד היום אין בארץ מערכת הנחיות או המלצות בדבר התנאים שבהם רצוי להשתמש בסוגים שונים של חומרי סימון.¹⁰ קיימים תקנים ישראליים ואירופיים לחומרי סימון דרכים, כמפורט להלן:

- **תקן ישראלי (ת"י) 935 חלק 1** – קובע הנחיות לשימוש בצבעים פולימריים חד-רכיביים (הצבעים הקונבנציונליים). אין הנחיות בדבר רמת ההתנגדות להחלקה הנדרשת בשימוש בצבעים אלה;

- **תקן אירופי EN1871** – קובע הנחיות לשימוש בחומרים דו-רכיביים המיועדים לסימון דרכים (חומר המסווג "קיים ארוך"). תקן זה מתייחס לרמה הנדרשת של עמידות להחלקה. חומרים אלה מאושרים על-ידי הוועדה הבין-משרדית להתקני תנועה ובטיחות.¹¹

בהצעת החוק שבנדון מוצע לקבוע כי בצביעת סימני דרך בתחומי הרשויות המקומיות (להבדיל מסימוני דרך בכבישים בין-עירוניים) ייעשה שימוש באמצעי מונע החלקה, ולדברי המציעים הכוונה היא לשימוש בצבע העומד בתקן האירופי.

⁷ ד"ר רפי ירון, "ארם מהנדסים בע"מ", שיחת טלפון, 24 בינואר 2010.

⁸ דוח הוועדה הבין משרדית לבחינת התקני תנועה ובטיחות, "חומרים לסימון דרכים – ספטמבר 2009", באתר האינטרנט של משרד התחבורה, www.mot.gov.il/wps/pdf/HE_TRAFFIC_PLANNING/HomarimSimunDrahim/pdf, כניסה: 24 בינואר 2010.

⁹ ש.ם.

¹⁰ ש.ם.

¹¹ משרד התחבורה, "התקני תנועה, בטיחות ורמזורים מאושרים להצבה בדרך – ינואר 2009", באתר האינטרנט, www.mot.gov.il, כניסה: 31 בינואר 2010.



3. ניתוח עלות החוק המוצע

כאמור, בישראל רוב סימוני הדרך נעשים בצבעי דרך קונבנציונליים. מבדיקות שערך מרכז המחקר והמידע של הכנסת עם עיריות שונות ועם גורמים במשרד התחבורה לא ברור אם הצבעים שבשימוש עומדים בתקן 935 (התקן הישראלי), או שמדובר בחלופות זולות יותר.

לצורך ביצוע אומדן העלות נבדק הפער בעלויות בין שימוש בחומר סימון "קיים ארוך" מסוג תרמופלסטי, העומד בתקן האירופי, לבין שימוש בחומר סימון קונבנציונלי העומד בתקן 935.

3.1. הנחות האומדן

לצורך החישוב של אומדן עלות החוק המוצע התבססנו על כמה הנחות, בתחומים שונים, כמפורט להלן.

3.1.1. הנחות בדבר הפרש עלות הצביעה הכולל בשימוש בצבעים שונים¹²

צביעת סימני דרך בצמתים ואחזקתם נעשות בכמה פעולות, הנגזרות בין היתר מסוג הצבע שמשתמשים בו, כפי שמפורט בטבלה 1 להלן.

טבלה 1 – הפרש עלויות הצביעה והאחזקה בסוגי צבע שונים

משתנה	צבע דרך קונבנציונלי	צבע דרך "קיים ארוך"
עלויות ישירות ¹³	15 ש"ח/ מ"ר	75 ש"ח/ מ"ר
תקופת עמידות הצבע	6 חודשים	3 שנים
העלות של הסרת שכבת צבע קודמת	לאחר שתי פעולות צביעה	לפני כל פעולת צביעה
	35 ש"ח/ מ"ר	35 ש"ח/ מ"ר
שטיפה ¹⁴	לא	פעם בשנה בעלות של 10 ש"ח/מ"ר

3.1.2. הנחות בדבר הערכת שטח הסימון הנדרש בצומת

ההנחות בכל הקשור להערכת שטח הסימון הנדרש בצומת נלקחו מדוח ניסוי שדה על חומרים לסימון דרכים של משרד התחבורה מיוני 2007.¹⁵ ההנחות לצורך האומדן הן: צומת עם ארבע זרועות ונתיב נסיעה אחד לכל כיוון אפשרי. עם זאת, ברשויות מקומיות רבות יש צמתים בגדלים שונים, חלקם גדולים יותר וחלקם קטנים יותר, אך לצורך האומדן הנחנו שבממוצע מדובר בצומת עם ארבע זרועות. להלן פירוט ההנחות בדבר שטח הסימון בצומת:

¹² הנחות האומדן המוצגות בטבלה מבוססות על נתונים שהתקבלו ממר בועז בהירי, מנכ"ל חברת "נתיבי זהב", וממר דביר תמרי, מנכ"ל חברת "אפרים תמרי ובניו", וכן מהדוח של אינג' בסימה מזאווי וד"ר רפאל ירון, משרד התחבורה והבטיחות בדרכים – האגף לתכנון תחבורתי, "ניסוי שדה על חומרים לסימון דרכים", יוני 2007, באתר האינטרנט, www.mot.gov.il/wps/pdf/HE_TRAFFIC_PLANNING/MaterialRoadMarkingTest.pdf, כניסה: 24 בינואר 2010.

¹³ העלויות הישירות הן עלויות החומר, היישום, סגירת הכביש ואבטחת התנועה.

¹⁴ ייתכן שבקיץ יהיה צורך בשטיפת הצבע לצורך שיפור הנראות ומניעת ההחלקה.

¹⁵ אינג' בסימה מזאווי וד"ר רפאל ירון, "ניסוי שדה על חומרים לסימון דרכים", יוני 2007, משרד התחבורה והבטיחות בדרכים - האגף לתכנון תחבורתי, באתר האינטרנט, www.mot.gov.il/wps/pdf/HE_TRAFFIC_PLANNING/MaterialRoadMarkingTest.pdf, כניסה: 24 בינואר 2010.



- מספר הזרועות בצומת – 4 ;
- שטח סימון מעבר חצייה – 15 מ"ר ;
- שטח חצים בזרוע – 5 מ"ר ;
- שטח קווים נוספים – 5 מ"ר ;
- שטח כולל בזרוע – 25 מ"ר ;
- שטח הסימון הכולל בצומת – 100 מ"ר.

3.1.3. הנחות בדבר מספר הצמתים ברשויות המקומיות

מנתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה עולה¹⁶ כי מספר הצמתים העירוניים הוא כ-36,000, ללא חלוקה לפי גודל הצומת, אך כאמור לעיל, הנחנו ששטח הסימון הממוצע בצומת עירוני מסתכם בכ-100 מ"ר.

3.2. חישוב אומדני העלות

כאמור, בסימון צמתים נכללות צביעה ואחזקה שוטפת, שאופיין ותדירותן משתנים בהתאם לסוג הצבע שמשתמשים בו. כדי לחשב את הפער בעלויות בין הצבעים הנחנו שבשנה הראשונה ייצבעו מחדש כל הצמתים העירוניים, שכן רובם נצבעו בצבעים קונבנציונליים, שיש לחדשם פעמיים בשנה. לצורך השוואת העלויות התייחסנו לתקופה של שלוש שנים, בהתאם להנחות שבטבלה 1.

בטבלה 2 שלהלן מוצגות עלויות הצביעה והאחזקה בשימוש בצבעים קונבנציונליים (העומדים בתקן 935 חלק 1).

טבלה 2 – אומדן העלות בגין צביעה בחומרי סימון קונבנציונליים (בש"ח)

שנה	סוג הפעולה	העלות למ"ר	העלות לצומת	מספר הפעמים בשנה	העלות השנתית לצומת	סך כל העלות (במיליוני ש"ח)
שנה ראשונה	יישום	15	1,500	2	3,000	108
	מחיקת צבע קיים	35	3,500	1	3,500	126
סך עלות בשנה 1						234
שנה שנייה	יישום	15	1,500	2	3,000	108
	מחיקת צבע קיים	35	3,500	1	3,500	126
סך עלות בשנה 2						234
שנה שלישית	יישום	15	1,500	2	3,000	108

¹⁶ הגבי' חווה קין, מוקד המידע של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, דואר אלקטרוני, 27 בינואר 2010.



0	0	0	3,500	35	מחיקת צבע קיים	
108						סך עלות בשנה 3*
576						סך העלות בשלוש שנים

* בשנה השלישית אין צורך במחיקה של סימון הדרך כאמור בטבלה 1 לעיל – פעולת מחיקה מבוצעת לאחר שתי צביעות.

מאומדן העלות המפורט בטבלה 2 עולה כי העלות הכוללת לשלוש שנים של צביעה בחומרי סימון קונבנציונליים היא 576 מיליוני ש"ח.

בטבלה 3 שלהלן מוצגות עלויות הצביעה והאחזקה בשימוש בצבע "קיים ארוך" (העומד בתקן האירופי).

טבלה 3 – אומדן העלות בגין צביעה בחומר סימון "קיים ארוך" (בש"ח)

שנה	סוג הפעולה	העלות למ"ר	העלות לצומת	מספר הפעמים בשנה	העלות השנתית לצומת	סך כל העלות (במיליוני ש"ח)
שנה ראשונה	יישום	75	7,500	1	7,500	270
	מחיקת צבע קיים	35	3,500	1	3,500	126
סך עלות בשנה 1						396
סך עלות בשנה 2	שטיפה	10	1,000	1	1,000	36
סך עלות בשנה 3	שטיפה	10	1,000	1	1,000	36
העלות בשלוש שנים						468

מאומדן העלות המפורט בטבלה 3 עולה כי העלות הכוללת לשלוש שנים של סימון בצבע "קיים ארוך" היא 468 מיליוני ש"ח.

מניתוח אומדני העלות בטבלאות 2 ו-3 לעיל עולה כי השימוש בחומר "קיים ארוך" עשוי להביא לחיסכון עד כ-100 מיליון ש"ח בשלוש שנים, כפוף להנחות אשר הוצגו לעיל.

עם זאת, כפי שעולה מהנתונים שהוצגו לעיל, יישום הצעת החוק שבנדון כרוך בעלות גבוהה יחסית בשנת היישום הראשונה, ועשוי להביא לעלויות גבוהות אחת לשלוש שנים, אך כאמור צפוי מהחוק המוצע חיסכון בראייה כוללת של שלוש שנים. העלות שהוצגה במסמך היא בגין צביעה ואחזקה של סימני הדרך בצמתים בלבד, שכן על-פי המחקרים הם הגורמים העיקריים להחלקה. אם יידרש שימוש בצבעים מונעי החלקה גם בצביעת סימני דרך אחרים (פסי הפרדה בין נתיבים וסימוני שוליים), יהיה צורך לבחון את העלויות בהתאם.

