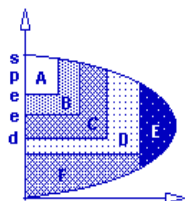


כדאיות ביצוע עבודות לשיפור התנגדות להחלקה של פני המיסעה בכבישים



ניתוח ראשוני של יחס התועלת לעלות של הגדלת רמת החיכוך בכבישים למניעת תאונות בימי גשם

מרץ 2006



מתת - מרכז תכנון תחבורה בע"מ

הגדלת רמת החיכוך של פני המיסעה תורמת להפחתת תאונות בכבישים בימי גשם בכבישים בין-עירוניים. השאלה אם ביצוע העבודות להגדלת מקדם החיכוך כדאית מותנית בגורמים הבאים:

- ממוצע ימי הגשם והמשקעים באזור הנבדק
- סוג הדרך (חד או דו מסלולית)
- מספר התאונות לק"מ כביש בימים יבשים בכביש
- מקדם החיכוך לפני הטיפול
- עלות הטיפול להגדלת מקדם החיכוך

בעיית מסד נתוני התאונות

- המשטרה מסווגת תאונות עם נפגעים לשתי קטגוריות: תאונות ת"ד, ו"כללי עם נפגעים". מחקר הטכניון לבירור השפעת מקדם החיכוך על תאונות בימי גשם התבסס רק על תאונות הת"ד של המשטרה, שנתוניו זמינים בלמ"ס.
- קובץ "כללי עם נפגעים" - מכיל מספר תאונות רב בהרבה, אך בדרגת חומרה פחותה לרוב מתאונות הת"ד.
- **תאגיד חברות הביטוח "אבנר"** יצר עד סוף 2002 מאגר נתוני תאונות בהתבסס על תיקי הת"ד ו"כללי עם נפגעים" – תוך טיוב נתונים והשמטת תאונות בהן לא שולמו פיצויים על פגיעה גופנית.
- **קובץ "אבנר" ל 2002 כולל 17,481 תאונות עם נפגעים** בדרכים בין-עירוניות. בקובץ הלמ"ס לאותה שנה, המבוסס על תאונות הת"ד בלבד, רק 5,381 תאונות.
- היקף התאונות ב"אבנר" גבוה פי 3.2 ביחס לתאונות הת"ד, אך עלות תאונות אלו גדולה רק פי 1.42 מתאונות הת"ד.

בעית מסד הנתונים -2

תאונות החלקה כמעט ואינן רשומות כתאונות ת"ד. להלן מספר תאונות אלו בשנים 1996-2002 בחודשים אוקטובר-מרץ בקבצי "אבנר" והלמ"ס. תאונות החלקה רבות רשומות ב"אבנר" גם בחודשים אחרים.

שנה	תאונות ב"אבנר"	תאונות בלמ"ס	% הלמ"ס מ"אבנר"
1996	1,100	145	13.2
1997	1,098	154	14.0
1998	1,323	155	11.7
1999	1,490	112	7.5
2000	1,353	76	5.5
2001	1,511	52	3.4
2002	1,436	81	5.6

בעית מסד הנתונים - 3

- נראה שבימי גשם לא נרשמות תאונות החלקה רבות. עם זאת, חומרת מרביתן נמוכה.
- מחקר הטכניון התבסס על כלל התאונות בימי גשם ובימים אחרים, ולא רק על תאונות החלקה.
- מאפייני התאונות בימי גשם הרשומות בקובץ הת"ד אינן מעידות על חומרה ממוצעת גדולה יותר של התאונות ביום גשם בהשוואה ליום אחר. אמנם, שיעור ההתנגשויות החזיתיות מכלל התאונות גבוה ביחס לימים אחרים, אך גם שיעור תאונות רכב יחיד (שעלותן הממוצעת נמוכה מהממוצע).
- קובץ "אבנר" אינו כולל נתונים על מצב הכביש בעת התאונה.
- התבססות על תאונות הת"ד בלבד מחלישה, כנראה, את ההשפעה היחסית הנמדדת של תנאי רטיבות בכביש על כלל התאונות עם נפגעים.

השפעת מקדם החיכוך על היקף התאונות בכביש חד מסלולי

- נמצא קשר שלילי מובהק בין מקדם החיכוך למספר התאונות בשנה לק"מ.
- הגורמים שנמצאו מסבירים את מספר התאונות לקטע בחורף הם:
 - מקדם החיכוך
 - נפח התנועה בסגמנטציה לתנועה "דלילה", "ממוצעת" ו"צפופה".
 - מספר ימי הגשם
 - מספר התאונות בימים יבשים בחורף בקטע
- בניתוח הכלכלי הונח:
 - נפח תנועה דליל – 5,000 יר"מ ביום
 - נפח תנועה ממוצע – 9,000 יר"מ ביום
 - נפח תנועה גבוה – 14,000 יר"מ ביום
- הונח מקדם של 0.4 תאונות למליון ק"מ רכב ביבש.

ההפחתה במספר התאונות לק"מ כביש חד מסלולי בשנה עם

הגידול במקדם החיכוך

באזור עם 65 ימי גשם בשנה

(דומה לממוצע באזור הצפון והמרכז)

0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20	התנועה
0.04	0.05	0.06	0.08	0.10	0.13	0.17	דלילה
0.08	0.10	0.13	0.15	0.19	0.25	0.32	ממוצעת
0.16	0.21	0.27	0.31	0.40	0.52	0.66	צפופה

ההפחתה במספר התאונות לק"מ כביש חד מסלולי בשנה עם

הגידול במקדם החיכוך

באזור עם 80 ימי גשם בשנה

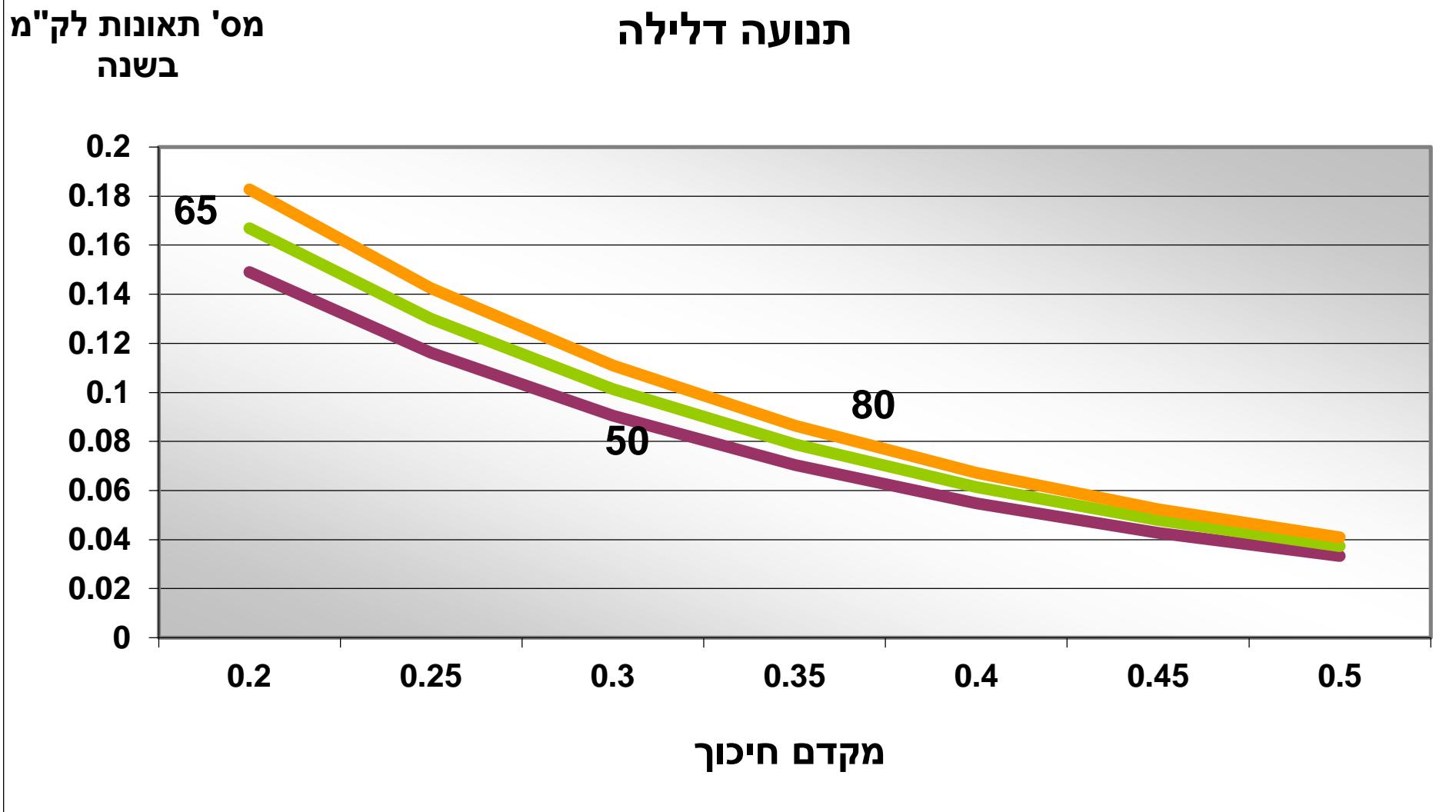
(גבוה בכ 1.5 סטיות תקן מהממוצע באזור הצפון והמרכז)

0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20	התנועה
0.04	0.05	0.07	0.09	0.11	0.14	0.18	דלילה
0.07	0.09	0.12	0.17	0.21	0.27	0.35	ממוצעת
0.15	0.19	0.24	0.34	0.44	0.56	0.73	צפופה

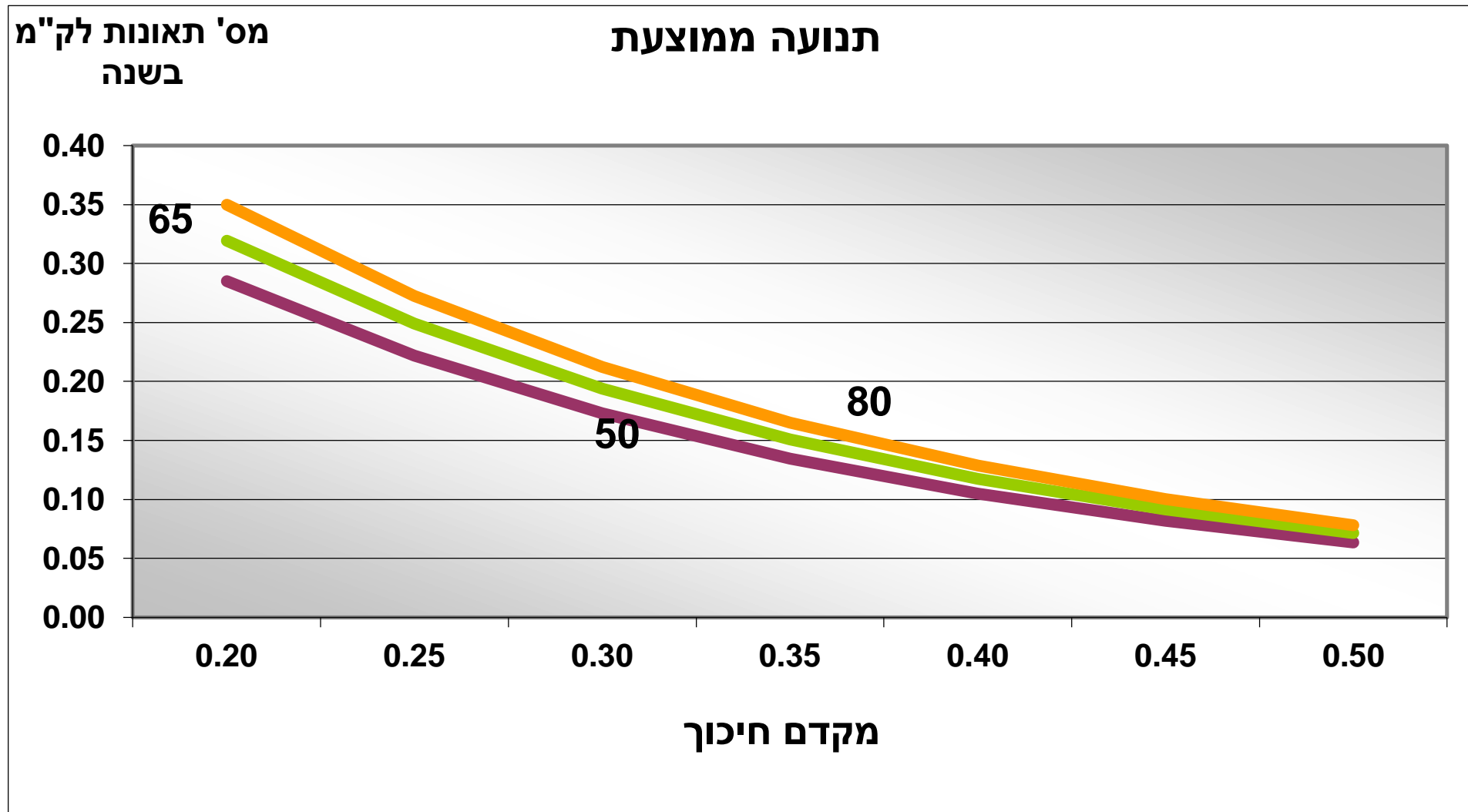
**ההפחתה במספר התאונות לק"מ כביש חד מסלולי בשנה עם
הגידול במקדם החיכוך
באזור עם 50 ימי גשם בשנה
(נמוך בכ 1.5 סטיות תקן מהממוצע באזור הצפון והמרכז)**

0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20	התנועה
0.03	0.04	0.05	0.07	0.09	0.12	0.15	דלילה
0.06	0.08	0.10	0.13	0.17	0.22	0.29	ממוצעת
0.13	0.17	0.22	0.28	0.36	0.46	0.59	צפופה

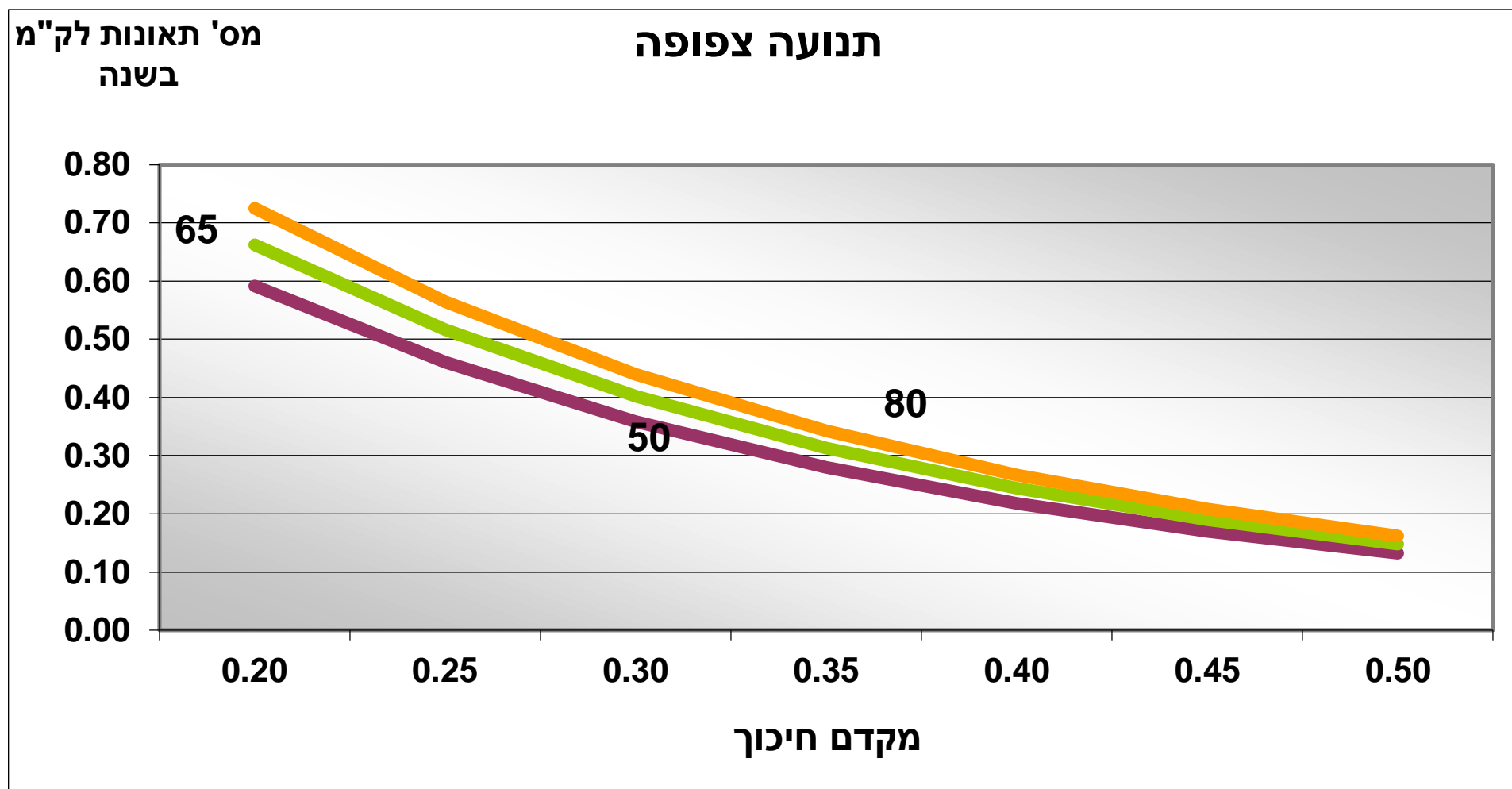
מס' תאונות בק"מ לשנה כתלות ברמת החינוך ובמס' ימי הגשם השנתי (50-80)



מס' תאונות בק"מ לשנה כתלות ברמת החיכוך ובמס' ימי הגשם השנתי (50-80)



מס' תאונות בק"מ לשנה כתלות ברמת החינוך ובמס' ימי הגשם השנתי (50-80)



טיפולים אפשריים להגדלת רמת החיכוך ועלותם

ע"פ נתונים מנייר עבודה של ד"ר רפאל ירון הטיפולים האפשריים ועלותם היא:

סוג הטיפול	עלות למ"ר	תקופת השפעה בה רמת החיכוך נשמרת
שיפור מרקם בלחץ מים	5-6 ש"ח	שנתיים
קרצוף עדין	5-6 ש"ח	3 שנים
חיספוס עדין	5-6 ₪	שנתיים
ריבוד אספלטי	20	7 שנים
ציפוי ביטומני	10	3 שנים

עלות הטיפול לשנה

- הונח רוחב מיסעה של 11.7 מ', כולל שוליים סלולים שהונח שהטיפול להגדלת רמת החיכוך יכול גם אותם.
- הונח ע"פ ממוצע העלות השנתית של הטיפולים השונים עלות של 3 ₪ לשנה.
- העלות לק"מ לשנה – 36,000 ₪

חסכון בתאונות בכבישים חד מסלוליים עקב הגדלת מקדם החיכוך

הנחות:

- הטיפול הבסיסי במיסעה יעיל כשנתיים.
- בשנה הראשונה גדל המקדם מ 0.25 (לפני הטיפול) ל 0.45.
- בשנה השניה גדל המקדם מ 0.35 ל 0.2 (אילמלא הטיפול)

החסכון בתאונות בשנה הינו:

מספר ימי גשם	תנועה דלילה	תנועה ממוצעת	תנועה צפופה
50	0.076	0.145	0.301
65	0.085	0.163	0.338
80	0.093	0.178	0.370

עלות תאונה נחסכת

- העלות הכוללת של 5,381 התאונות הבין-עירוניות הכלולות בקובץ הלמ"ס ל 2002 היא 2.6 מליארד ₪, ע"פ ערכי נוהל פר"ת החדש.
- העלות הממוצעת לתאונה בין-עירונית היא 484 אלף ₪
- עלות תאונות הכלולות בקובץ "אבנר", אך לא בקובץ הלמ"ס כ 81 אלף ₪.

מקדמי נזק בתאונות קטלניות

מקדם עלות והערות	משתנה
4.7 מליון ש"ח – כולל זקיפה של 560 אלף ש"ח כעלות מוסדות, רכוש ועוד.	הרוג
בדרכים עירוניות: 0.5 מליון ₪ לכל סוגי התאונות. בדרכים בין-עירוניות: 0.9 מליון ש"ח לנהג/ נוסע ברכב דו גלגלי, 0.7 מליון ש"ח להולך רגל ורוכב אופניים, 0.6 מליון ₪ ליתר.	פצוע קשה
17 אלף לנפגע	פצוע קל

מקדמי נזק בתאונות קשות

משתנה	מקדם עלות והערות
לפצוע קשה	כמו בתאונה הקטלנית + 50 אלף (כביטוי לעלויות מוסדות ואחר)
קל	כמו בקטלנית
תוספת לתאונה	בתאונות של כלי רכב קלים/ כבדים: 60 אלף ₪ להתנגשות, 25 אלף ₪ לתאונת רכב בודד. התנגשות בין רכב דו גלגלי לאחר 12 אלף ₪. תאונת עצמית של רכב דו גלגלי: 5 אלף ₪. פגיעה ברוכב אופניים או בהולך רגל: 3 אלף ₪.

מקדמי נזק בתאונות קלות

מקדם עלות והערות	משתנה
17 אלף לנפגע	לפצוע
בתאונות של כלי רכב קלים/ כבדים: 40 אלף ₪ להתנגשות, 15 אלף ₪ לתאונת רכב בודד. התנגשות בין רכב דו גלגלי לאחר 8 אלף ₪. תאונת עצמית של רכב דו גלגלי: 3 אלף ₪ פגיעה ברוכב אופניים או בהולך רגל: 2 אלף ₪.	תוספת לתאונה

החסכון בעלות תאונות שנתית עקב הגדלת מקדמי

החיכוך בכביש חד מסלולי

(ע"פ עלות ממוצעת של 484 אלף ₪ לתאונה)

באלפי ש"ח

מספר ימי גשם	תנועה דלילה	תנועה ממוצעת	תנועה צפופה
50	37	70	146
65	41	79	164
80	45	86	179

התועלת בעלות התאונות לשנה לאחר הוספת תאונות עם נפגעים מקובץ "אבנר" (תוספת של 42%) באלפי ש"ח

מספר ימי גשם	תנועה דלילה	תנועה ממוצעת	תנועה צפופה
50	52	99	207
65	58	112	232
80	64	122	254

מסקנה: גם בכבישים דליל תנועה ועם מיעוט יחסי של ימי גשם התועלת השנתית עולה על העלות השנתית שהיא 36 אלף ₪. יחס התועלת לעלות נע בין 1.4 בכביש דליל תנועה ועם 50 ימי גשם בשנה עד ל 7.0 בכביש צפוף ובאזור בו יש 80 ימי גשם בשנה