

בחינת כדאיות השקעות בטיחותיות ברשת הדרכים - מרכיבי הבדיקה ועקרונותיה



הרצאה במסגרת קורס כלכלת תחבורה - הטכניון
שוקי כהן
3.7.12

תחום ההרצאה

כלכלת בטיחות

כלכלה הבטיחות עוסקת:

- בהערכה במונחים כספיים של נזקי תאונות הדרכים למשק
- בבחינת התועלת הכלכלית של השקעה במניעת תאונות ו/או בהפחתת חומרתן.

תוכן ההרצאה

- ❖ מערכת המידע הנדרשת להערכת נזקי התאונות למשק ולהערכת כדאיות של השקעה בטיחותית בתשתית.
- ❖ לצורך כך:
- ❖ הכרת היקף ומאפייני תופעת תאונות הדרכים בארץ.
- ❖ מקורות המידע ומגבלותיהם.
- ❖ מגמות בתחום התאונות והסברן
- ❖ מרכיבי נזקי התאונות למשק
- ❖ תפקיד התשתית בצמצום חומרת התאונות ומספרן.
- ❖ עקרונות כלליים להכללת מרכיב הבטיחות בהצדקת פרויקטים תחבורתיים

כללי

1. תאונת דרכים (לענייננו) היא אירוע המתרחש ברשת הדרכים עקב כשל בנהיגה, ברכב ו/או בדרך ובו נפגעים אנשים ו/או ניזוקים כלי רכב.
2. הגדרה זו מוציאה מרשימת התאונות אירועים שונים שאינם מתרחשים על רשת הדרכים (טרקטורונים בשדות, אופניים בגנים ציבוריים, רכב צבאי באימונים ובדרכי עפר) או שאירעו עקב נסיבות אחרות (פלילות, רפואיות).
3. כל ניתוח של תועלת מהשקעה בטיחותית ברשת הדרכים צריך להתחיל במידע מלא ומדויק של סעיף 1 לעיל, לרבות על תאונות עם נפגעים קל. למספר הרב של תאונות קלות (ואף ללא נפגעים) יש ערך כלכלי מצטבר רב, ומשקלן בהצדקת סוגים מסוימים של השקעות משמעותי.

מקורות מידע

מקור	סוג מידע	טיב המידע	נגישות
המשטרה – הלמ"ס	מידע על כל תאונה עם נפגעים	בעיות במידע הגיאוגרפי ובתיאור חומרת הפציעה, אין מידע על כל התאונות	טובה יחסית בקבצי PUF
מרכז הטראומה	מידע על חומרת הפציעה, ימי האשפוז ויעד שחרור של כל נפגע	מידע אמין כמעט מכל בתי החולים, לרבות על פצועים שלא מדווחים ע"י המשטרה	חלקית באמצעות הלמ"ס
חברות הביטוח	מידע כמעט על כל התאונות עם נפגעים לרבות נתוני התאונה ומיקומן, נזקים ופיצויים	ברמת ההקבצה תורם לטיוב נתוני המשטרה וכן להערכת נזקי התאונות למשק	לא קיימת
מד"א	מידע על כ 60,000 תאונות בשנה	מידע על נפגעים וחומרת פגיעתם ונ.צ נקודת הפינוי	מועבר ללמ"ס- עד כה ללא שימוש
צה"ל	מידע על תאונות עם רכב צבאי בלבד	ככל הנראה מלא ומדויק	לא משולב במידע הכללי
חברות תחזוקת כבישים	בכבישים 6, 20, 431 ומנהרות הכרמל יש רישום אירועים, בכללם תאונות	מידע גיאוגרפי וכללי טוב בכביש 6	טובה לגורמים מקצועיים

רמת הדיוק של מיקום התאונות בקבצי התאונות בלמ"ס בשנת 2010

- **בכבישים הבין עירוניים:**

- אין מספר כביש ב 1.6% מתאונות הת"ד ו 4% מקבצי ה"כללי עם נפגעים"
- אין ציון ק"מ ב 5% מתאונות הת"ד וב 16% מתאונות ה"כללי עם נפגעים".
- בהשוואה פרטנית עם נתוני "דרך ארץ" בכביש 6 משנת 2009 נמצאו הבדלים מהותיים במיקום התאונות הלא קטלניות (עד 20 ק"מ) בין דיווח המשטרה לדיווחי "דרך ארץ".

- **בדרכים עירוניות לא בצומת:**

- אין שם רחוב ב 19% מתאונות הת"ד וב 31.5% מתאונות ה"כללי עם נפגעים"
- כאשר שם הרחוב מופיע אין מספר בית ב 48% מתאונות הת"ד וב 60% מה"כללי עם נפגעים".
- כאשר יש מספר בית הוא בכ 7% בלתי אפשרי (אין מספר כזה ברחוב).

רמת דיוק רישום מיקום התאונה ברישומי המשטרה

1. בעיות כלליות

מבין 1,580 רישומי ה GPS בקבצי הת"ד בינואר-מרץ 2008 ל 102 תאונות (6.5%) מיקום בלתי אפשרי:

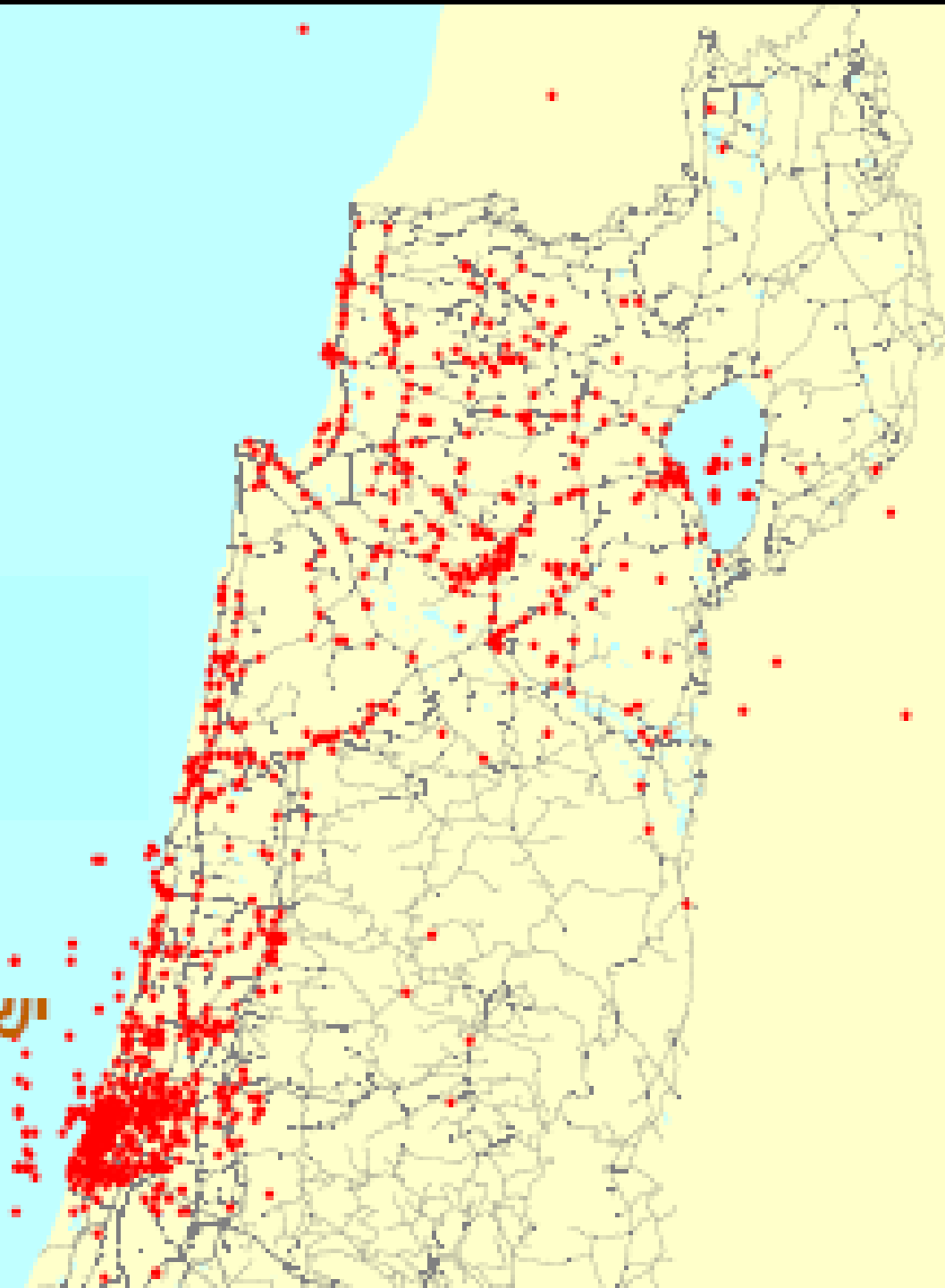
- 97 מה נצ נמצאים בים התיכון או בכנרת
- 4 נמצאים בירדן
- 2 נמצאים בלבנון

2. בעיות במיקומי התאונות בדרכים העירוניות

מתוך 1,138 תאונות עם רישומי GPS בערים רק 718 ממוקמות ע"פ ה GPS בישוב התואם את סמל ישוב התאונה ברישום הכללי. ב 420 מקרים אחרים (37% !) יש סתירה בין רישום יישוב התאונה בשתי השיטות.

מיקום תאונות
דרכים ע"פ
מכשירי GPS
– רישומי
משטרת
ישראל-1
– 3/2008
צפון ישראל

ישראל



תאונות הדרכים בישראל לפי סוג וסוג תיק משטרת

ממוצע לשנה 2008-10 - נתוני הלמ"ס

תאונות בתיקי "כללי עם נפגעים" לרוב מושמטות מדיווחי וסיכומי הלמ"ס

סוג התאונה	כללי עם נפגעים	ת"ד	סה"כ
תאונות עצמיות (ללא אופניים)	15,589	2,326	17,916
התנגשויות	פנים-אחור	1,727	29,986
	חזית - צד	7,348	12,130
	חזית - חזית	720	1,121
	כל היתר	1,082	4,667
	סה"כ	10,678	47,904
פגיעה בהולך רגל	6,446	2,863	9,306
פגיעה ברוכב אופניים	1,059	325	1,384
תאונות עצמיות של אופניים	484	41	525
סה"כ	60,604	16,433	77,037

מספר התאונות הכולל עם נפגעים גבוה פי 4.7 מאשר תאונות הת"ד. בהתנגשויות פנים-אחור היחס הוא 1:17

התפלגות תאונות הדרכים בישראל לפי סוג וסוג תיק משטרת ממוצע לשנה 2008-10

סוג התאונה	כללי עם נפגעים	ת"ד	סה"כ
תאונות עצמיות (ללא אופניים)	25.7	14.2	23.3
התנגשויות	פנים-אחור	10.5	28.9
	חזית - צד	44.7	15.7
	חזית - חזית	4.4	1.5
	כל היתר	6.6	6.1
	סה"כ	66.2	62.2
פגיעה בהולך רגל	10.6	17.4	12.1
פגיעה ברוכב אופניים	1.7	2.0	1.8
תאונות עצמיות של אופניים	0.8	0.2	0.7
סה"כ	100.0	100.0	100.0

ניתן לשים לב להבדל הניכר בין התפלגות תאונות הת"ד לכלל התאונות, ולעיוות הנוצר בניתוח התאונות במקרה של התייחסות לתאונות ת"ד בלבד.

הרוגים ופצועי תאונות שאושפזו ליומיים או יותר ב 2011

לפי נתוני בתי החולים- לא כולל נפגעי אופניים בתאונות עצמיות, טרקטורנים וכו'

פצועים שאושפזו ליומיים לפחות לפי חומרה					סוג נפגע
סה"כ פצועים	בינוני וקל	קשה	קשה מאוד	הרוגים	
1,883	1,518	188	177	191	נהגי ונוסעי רכב
1,212	957	142	113	123	הולכי רגל
853	693	86	74	45	רוכבי אופנועים
155	114	19	22	15	רוכבי אופניים שנפגעו ע"י רכב
195	163	22	10	10	אחרים ולא מסווג
4,298	3,445	457	396	384	סה"כ

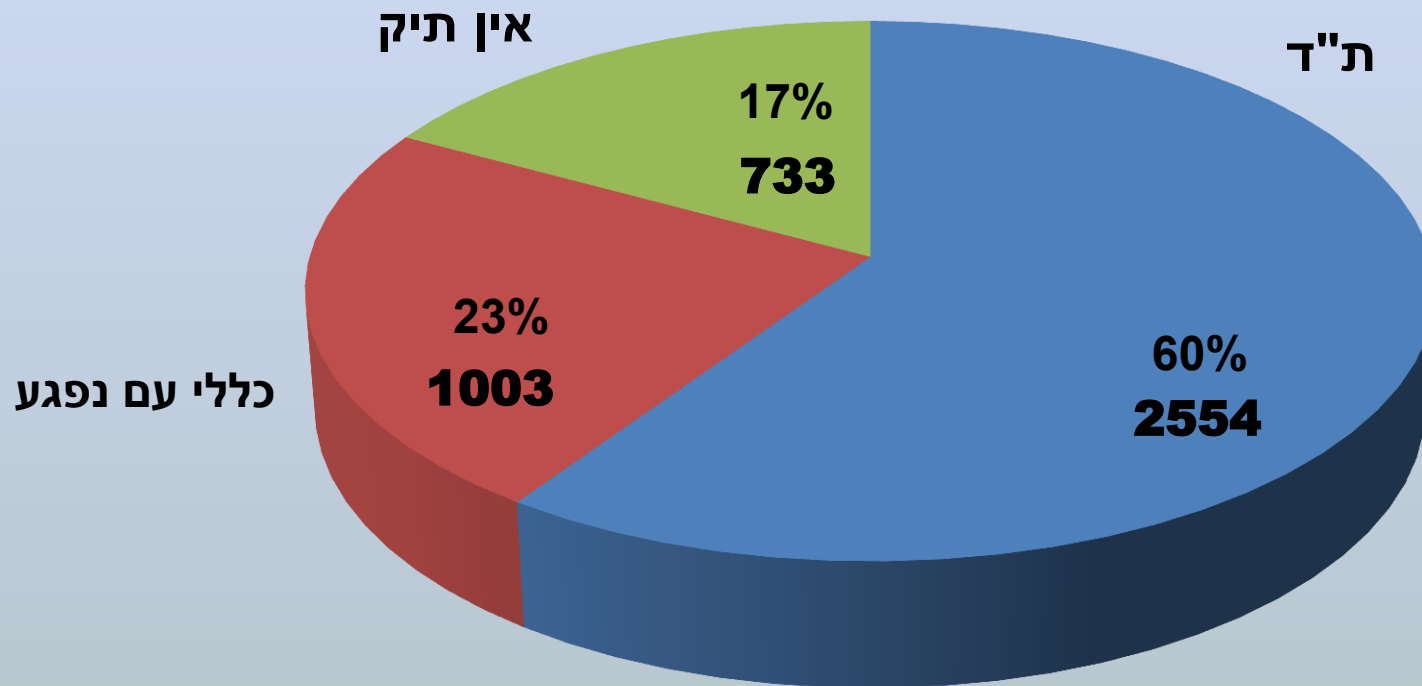
לפי המשטרה היו כ 1,800 פצועים בלבד שאושפזו ליומיים ויותר

הגדרות חומרת הפציעה למאושפזים יומיים ויותר

(משכי האשפוז לפי ממוצעי 2010)

חומרת הפציעה	הגדרת חומרה רפואית (ISS)	מספר ימי אשפוז ממוצע	% הנשלחים לשיקום רפואי
פצוע קשה מאוד	25-75	21	41
פצוע קשה	16-24	12	22
פצוע בינוני	8-15	9	17
פצוע קל	עד 8	5	3

רישום פצועים מאושפזים בבתי חולים ליומיים או יותר לפי תיק משטרתי בשנת 2010

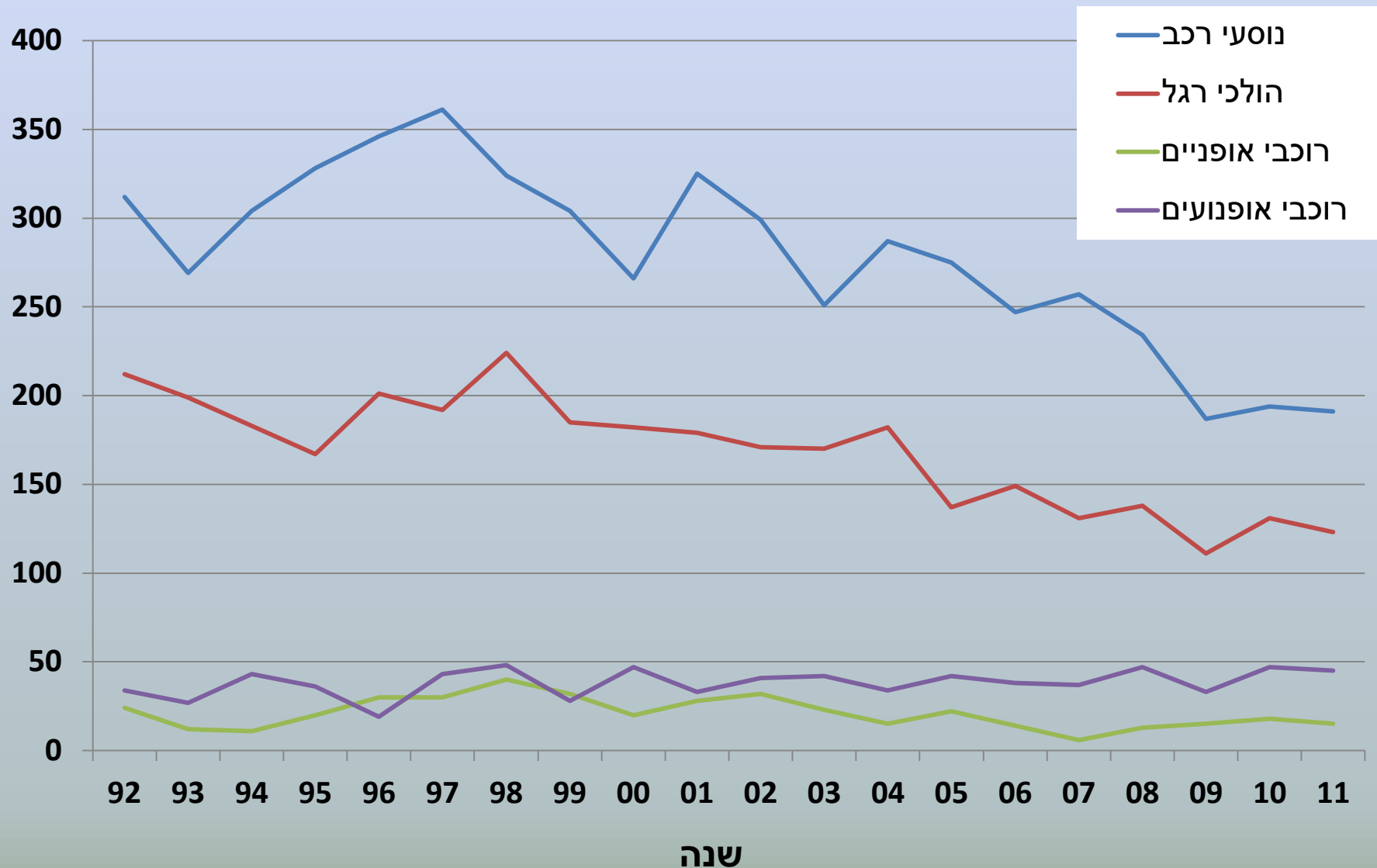


סה"כ 4,290 מאושפזים ליומיים או יותר מול 1,797 "פצועים קשה" ע"פ המשטרה.
הנתונים מתייחסים לפצועים מהסוגים הבאים בלבד: נהגי ונוסעי רכב, רוכבי אופנועים, הולכי רגל ורוכבי אופניים שנפגעו ע"י רכב בלבד. מ 19 בתי חולים (כמעט כל בתי"ח הרלוונטיים בארץ).

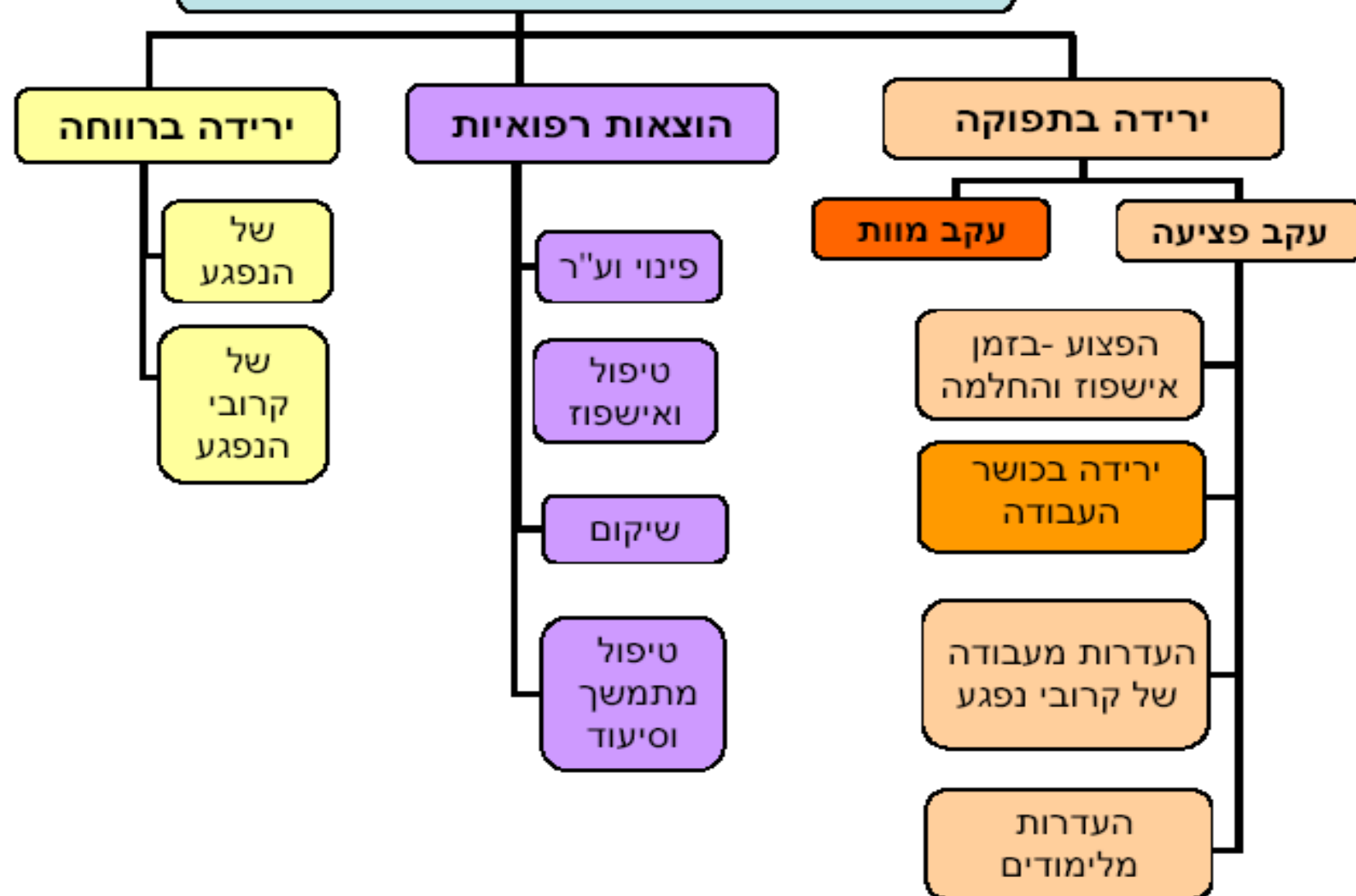
ההסבר לירידה במספרי ההרוגים

- **שיפור ברשת הדרכים** – הרחבת כבישים חד מסלוליים לדו מסלוליים, מחלוף צמתים, תאורה בצמתים, מעגלי תנועה בעיקר בערים ועוד.
 - שיפור בהגנה הפאסיבית של כלי הרכב
 - **שיפור במערך הרפואי**
 - **טיפול ב"גורם האנושי"** – הפחתה משמעותית בהיפגעות ילדים כהולכי רגל, ריסון בנהיגה מסוכנת של צעירים בסופי שבוע, חינוך, הסברה ואכיפה.
 - **הצפיפות בדרכים** המפחיתה את מהירות הנסיעה ואת השונות במהירות בין כלי הרכב.
- על הפרק: הגנה אקטיבית בכלי הרכב, עד לניהוג רובוטי.
- יש עדויות שמספר הפצועים קשה וקשה מאוד פוחת במקביל לירידה במספר ההרוגים.

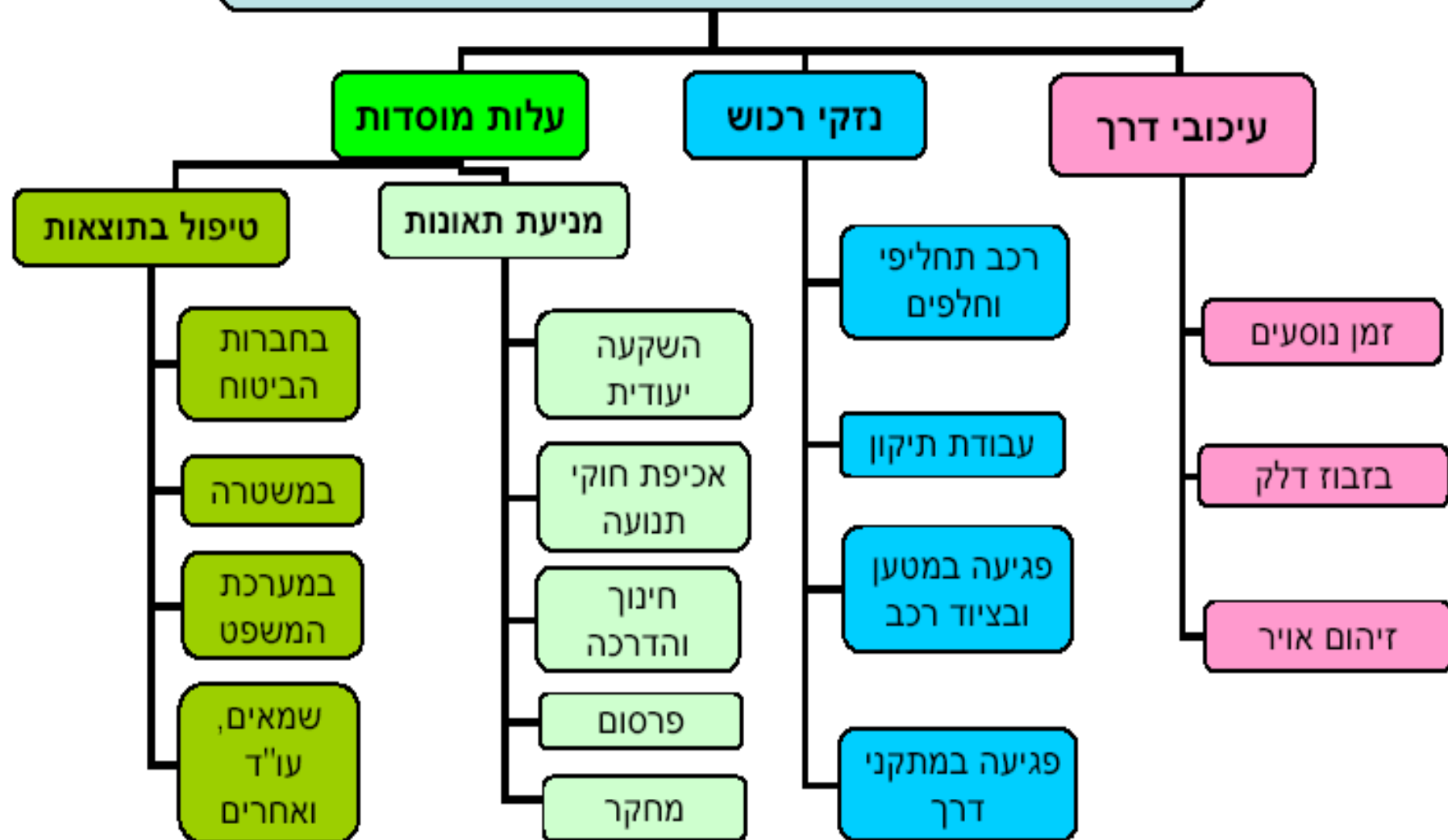
השינויים במספר הרוגי תאונות הדרכים לפי סוג 1992-2011



עלות התאונות - מרכיבי פגיעות בגוף



עלות התאונות - מרכיבי נזקי רכוש ועלויות נילוות



מקדמי עלות בנוהל פר"ת למרכיבי נזקי תאונות הדרכים (במחירי 2012, באלפי ש"ח)

נזקי גוף - עלות לנפגע

סוג נפגע	נזקי גוף (1)	עלות נלווית (2)	סה"כ
הרוג	6,100	500	6,600
פצועים מאושפזים יומיים לפחות	קשה מאוד	4,026	4,376
	קשה	1,525	1,675
	בינוני	1,037	1,117
	קל	122	142
		22	3
פצוע שלא אושפז			

1 עקב אובדן תפוקה וירידה ברווחה (נזקי צער כאב וסבל לנפגע ומשפחתו), טיפול סיעודי מתמשך ועוד.

2 עלויות פינוי לביה"ח, טיפול רפואי ושיקומי, חקירה, עלויות חברות הביטוח, ניהול משפטים ועוד. בתאונות הקטלניות גם נזקי רכוש.

עלויות רכוש ועוד (ללא נזקי גוף) בממוצע בהתנגשויות (באלפי ₪ במחירי 2012)

לדו גלגלי	לרכב	חומרת התאונה	
12	45	קשה מאוד	בתאונה עם פצוע מאושפז יומיים לפחות
10	40	קשה	
10	35	בינוני	
7	35	קל	
5	30	בתאונה ללא פצועים מאושפזים	

כולל נזקי רכוש (מנוכי מיסים עקיפים), נזק לתכולת הרכב ולמתקני דרך,
עלויות עיכוב כלי רכב בדרך בעקבות התאונה ועוד.

עלויות רכוש ואחרות ממוצעות בתאונות עצמיות

(אלפי ₪ לתאונה במחירי 2012)

לדו גלגלי	לרכב	חומרת התאונה	
6	35	קשה מאוד	בתאונה עם פצוע מאושפז יומיים לפחות
5	30	קשה	
5	25	בינוני	
5	25	קל	
3	20		בתאונה ללא פצועים מאושפזים

עלות התאונות בממוצע לשנה בתקופה 2008-10

לפי סוג דרך וסוג תאונה (מליארדי ₪ במחירי 2012)

סוג התאונה	עלות לשנה	התפלגות ב %
פגיעה בהולכי רגל	2.42	22.6
התנגשויות בין כלי רכב (ללא אופנועים)	פנים-אחור	21.7
	חזית - צד	15.0
	חזית - חזית	6.1
	כל היתר	3.4
	סה"כ	46.2
התנגשויות רכב- אופנוע	0.73	6.8
פגיעה ברוכב אופניים (ותאונות עצמיות)	0.37	3.4
תאונות עצמיות (ללא אופנועים)	1.76	16.4
תאונות עצמיות של אופנועים	0.49	4.6
סה"כ	10.73	100.0

עלות ממוצעת לתאונה בתקופה 2008-10

לפי סוג דרך וסוג תאונה (אלפי ש" במחירי 2012)

סוג התאונה	לתאונה עירונית	לתאונה בין-עירונית
פגיעה בהולכי רגל	227	1,288
התנגשויות בין כלי רכב (ללא אופנועים)	75	104
	114	380
	170	1,452
	73	154
	85	199
התנגשויות רכב- אופנוע	103	347
פגיעה ברוכב אופניים	170	1,193
תאונות עצמיות (ללא אופנועים)	108	253
תאונות עצמיות של אופנועים	78	261
סה"כ	113	244

עלות ממוצעת לתאונה עם נפגעים: 143 אלף ש"ח, 67 אלף בתאונות "כללי עם נפגע", 384 אלף לתאונות ת"ד.

עקרונות כלליים לבחינת כדאיות השקעה

בטיחותית בתשתית

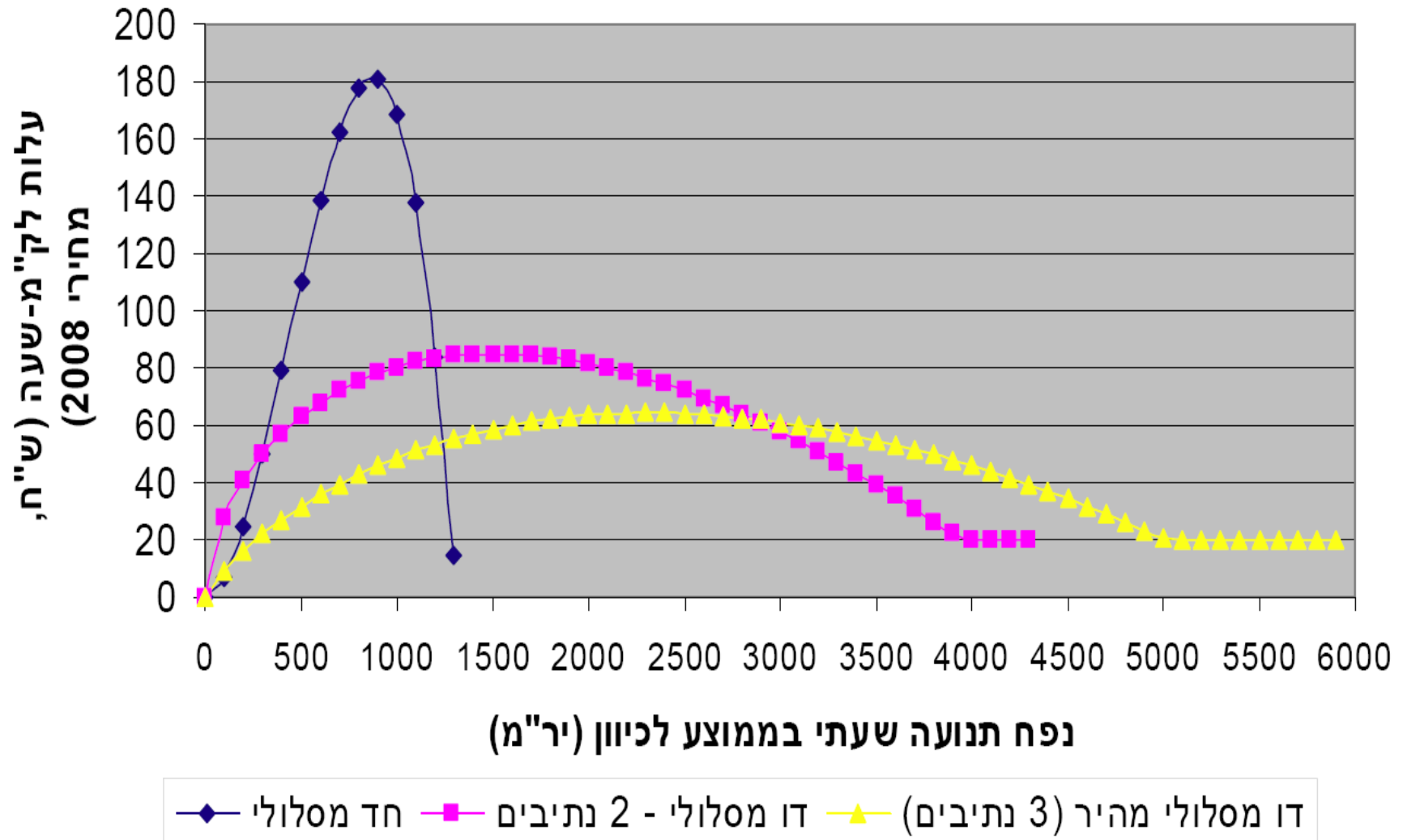
- הניתוח צריך להיעשות במונחי עלות תאונות ולא מספרי תאונות. יש לזכור שתאונות דרכים אינה יחידת נזק הומוגנית ובין סוגי תאונות שונים יש יחסי עלות של 1:1,000 ויותר.
- בניתוח התועלת של השקעה בטיחותית יש להביא בחשבון את נזקי התאונות עם ההשקעה ובלעדיה. לצורך כך יש לבחון את נזקי התאונות במקום (כל סוגי התאונות הידועים לאחר טיוב המידע) בשנים האחרונות הידועות.
- כאשר הסטטיסטיקה הבטיחותית נשענת על היקף תצפיות נמוך (נסועה נמוכה) יש מקום להתייחס לשכיחות הנזק במצב הנוכחי ע"פ ממוצעים ארציים לסוג הדרך הנבחן.
- בניסיון לאתר נקודות תורפה בטיחותית יש צורך לאתר ליקוי הנדסי או אחר הקיים במקום ולבחון מה הזיקה בינו לבין התאונות שאירעו שם.

עקרונות כלליים לאמידת כדאיות ההשקעה בטיחותית בתשתית- המשך

- ❑ אמידת תועלת בטיחותית של פרוייקטים תחבורתיים היא משימה סבוכה, ולעיתים ההשפעה היא הפוכה מההשערה הראשונית. בהעדר ידע מתאים עדיף לא לכלול תועלת בטיחותית במסגרת הערכת פרוייקטים, מאשר לכלול הערכות לא בדוקות.
- ❑ מצפיפות תנועה מסויימת גידול נפחי תנועה ממתן נזקי תאונות (בגלל ירידת מהירויות, וכן בגלל ירידת סטיית התקן של המהירות), ועל כן אין עלות התאונות גדלה במערכת מסויימת לינארית עם נפחי התנועה.
- ❑ מסיבה זו ומסיבות אחרות אין להשתמש בעלויות ממוצעות לק"מ נסיעה/ נוסע לצורך חישוב תועלת של מעבר בין אמצעי תחבורה.
- ❑ נזקי מרבית סוגי התאונות קטנים עם הזמן בשל שיפורים בהגנה הפאסיבית של כלי הרכב, בשל שיפור הסיוע הרפואי ובשל גידול בצפיפות.

עלות תאונות הדרכים כתלות בנפח התנועה בדרכים מישוריות

- שעות יום -



הערכת התועלת הבטיחותית

ע"פ העקרונות שפורטו ובהמשך להם שלבי הערכת תועלת בטיחותית בפרויקט כוללים את השלבים הבאים:

1. הערכת הנזק הבטיחותי השנתי במצב הנוכחי ע"י נתונים מקומיים או ממוצעים ארציים.
2. הערכת מקדם התועלת מהשיפור הבטיחותי ע"פ מקדם הידוע מהספרות ושמקורו בבדיקות "לפני אחרי" או שהוא לקוח מבחינה השוואתית בין נזקי התאונות בהווה בין שתי התצורות של הדרך (לפני ואחרי ההשקעה) במקומות שונים.
3. תרגום לתועלת כלכלית ע"פ מקדמי ההפחתה בסוגי תאונות שונים וע"פ חומרה- ככל שידוע.
4. הערכת התועלת העתידית – לרוב אין מקום להביא בחשבון גידול בתועלת ע"פ זמן מתוך השיקולים שהוזכרו.
5. חישוב יחס התועלת הרב שנתית המהוונת לעלות ההשקעה.