

נייר מדיניות כלכלית

האם השקעה בגדרות בטחון בכבישים אדומים בישראל תגרום לירידה בנפגעי
תאונות דרכים ובכך לעלייה ברווחה הכלכלית ?

סמינר במדיניות כלכלית

מנחה:

פרופ' יונה רובינשטיין

מגישים:

גיא גלטשטיין-308062785

דור הושמנד-203460951

תוכן עניינים

1. **תקציר מנהלים** _____ 3

2. **מבוא**
 - 2.1 שאלת המחקר _____ 4
 - 2.2 חשיבות השאלה _____ 4
 - 2.3 מטרת נייר המדיניות _____ 5

3. **סקירה ספרותית**
 - 3.1 הרוגים ופצועים בתאונות דרכים ומאפייניהם _____ 5
 - 3.2 כבישים אדומים וגדרות הפרדה _____ 6
 - 3.3 ערך חיי אדם _____ 7
 - 3.4 עלות תועלת והשוואה עולמית _____ 7-8

4. **שיטה**
 - 4.1 בניית מסד הנתונים _____ 8-9
 - 4.2 ניתוח הנתונים _____ 9-10
 - 4.3 ממצאים _____ 10
 - 4.4 המודל הכלכלי לבחינת ההשקעה _____ 10-11

5. **המלצות** _____ 12-13

6. **ביבליוגרפיה** _____ 14-15

7. **נספחים** _____ 16-18

1. תקציר מנהלים

במדינת ישראל נהרגים מדי שנה מעל 300 אנשים בתאונות הדרכים, כל הרוג יוצר נזק כלכלי למשק, ומעבר לכך גורם לאובדן וצער עצום עבור הקרובים לו ופגיעה במיצוי הפוטנציאל של המדינה. לאחר מגמת עלייה שנמשכה 5 שנים החל משנת 2012, בשנתיים האחרונות אנו עדים לירידה במספר ההרוגים בתאונות דרכים. יחד עם זאת, העלות הכלכלית השנתית של תאונות הדרכים למשק הינה מיליארדי שקלים כאשר ההערכות אומדות את עלות כל הרוג למשק בכ-6.1 מיליון ש"ח ועלות כל פצוע קשה בכ-4.03 מיליון ש"ח (נוהל פר"ת, 2012). נטל כלכלי זה פוגע בצמיחת המשק הישראלי, וכפועל יוצא מכך פוגע ברווחת התושבים במגוון צורות – זאת כמובן מעבר למחויבות המוסרית של המדינה כלפי בטחון תושביה.

נייר המדיניות יעסוק בתחום הספציפי של גדרות הפרדה בכבישים, מטרתו הינה אמידת השפעתן של גדרות אלה על מספר ההרוגים והפצועים בכבישים אשר הינם בעלי מאפיינים המהווים קרקע פורייה לתאונות חזיתיות כגון כבישים דו כיווניים ובפרט חד מסלוליים. חלק ניכר מההרוגים הינם בתאונות דרכים בינעירוניות (הרלב"ד, 2017) כאשר כבישים מסוימים בעלי מאפייני סיכון הינם בעלי מספר הרוגים גבוה באופן יחסי (לנפח התנועה), כבישים ומקטעים בעלי מספר הרוגים ופצועים גבוה מכונים "כבישים אדומים".

בנייר מדיניות זה הסוקר את המקטעים האדומים בעלי גדר הפרדה ואלה אשר טרם הוקמה בהם גדר כזאת, באמצעות מודלים סטטיסטיים וכלכליים, אנו רואים את מידת הכדאיות של הקמת גדרות הפרדה בכבישים הנבדקים. גם תחת הנחות מחמירות הנוגעות לריבית היוון הפרוייקטים, הוצאות הנוגעות להקמת הגדרות ומשך הפרוייקט – פרויקט הקמת גדרות הפרדה בכבישים הנבדקים הינו כדאי במונחים כלכליים ובעל NPV חיובי בכל אחד מהמצבים.

נוסף לממצאים אלה, במסגרת נייר המדיניות נתקלנו בקושי רב להשיג מידע אשר בעינינו הינו אקוטי ועל כל ישנה ביקורת בדפים אלה על דפוס קבלת החלטות ביצוע או אי-ביצוע של פרויקטים מסוג זה במידה והחלטות אלה מתבצעות ללא מידע אלמנטרי כגון שנת הקמת גדרות ההפרדה הקיימות קיום, זאת במטרה לנטרל את השפעת הזמן ולקבל אומדן מדויק יותר להשפעתן של גדרות הפרדה על כמות ההרוגים והפצועים קשה לק"מ כביש.

2. מבוא

2.1 שאלת המחקר:

האם השקעה בגדרות בטחון בכבישים אדומים בישראל תגרום לירידה בנפגעי תאונות דרכים ובכך לעלייה ברווחה הכלכלית? ניתוח השפעות ומשמעויות כלכליות של פגיעה בחיי אדם ורכוש בתאונות דרכים.

2.2 חשיבות השאלה:

במדינת ישראל נהרגים מדי שנה מעל 300 אנשים בתאונות הדרכים, כל הרוג יוצר נזק כלכלי למשק, ומעבר לכך גורם לאובדן וצער עצום עבור הקרובים לו ופגיעה בחוסנה ובמיצוי הפוטנציאל של המדינה. תחושות אלו רק מתעצמות כאשר מתגלה כי מקרים רבים מתאונות אלו היו יכולות להימנע ע"י נקיטת פעולות אגרסיביות יותר למזעור התופעה. יש שיגידו שהבעיה המוסרית של המדינה, אשר אינה נוקטת את כל הצעדים האפשריים על מנת לצמצם את הפגיעה למינימום האפשרי, הינה אפילו חמורה יותר מהעלות הכלכלית אשר ניתנת לאמידה (דו"ח הכנסת, 2016).

העלות הכלכלית למשק נאמדת ע"י שישה גורמים מרכזיים - עיכובי דרך כתוצאה מחסימת כבישים ופקקים, נזקי רכוש לרכבים ותשתיות באיזורי התאונות, עלויות למוסדות המדינה כגון ביטוח לאומי ומס הכנסה עבור פיצויים והיעדר הכנסה עתידת של הנפגעים, ירידה בתפוקה של הנפגעים אשר לעיתים לא חוזרים לשוק העבודה, הוצאות רפואיות וירידה ברווחה והיא נאמדת על כ-16 מיליארד ש"ח בשנה (דו"ח אור ירוק, 2009) אשר יכלו להיחסך לציבור ע"י השקעה נכונה ומתוכננת ואף לעלות את רווחתם.

גורם מרכזי המשפיע על מידת קטלניותם של תאונות דרכים הינו סוג הכביש והשאלה אם קיימת בכביש גדר הפרדה בין הנתיבים. כבישים המוכרים כמסוכנים נקראים "כבישים אדומים", מדובר במקטעי דרך בהם מתרחשות תאונות רבות, בחלק מהמקטעים הללו אין גדר הפרדה ועל כן הם מהווים קרקע פורייה לתאונות קטלניות. כך לדוגמא, כביש 90 גבה בעשור האחרון את חייהם של כ-128 בני אדם, 4,000 נפגעים מתוכם כ-374 קשה.

2.3 מטרות הצעת המדיניות

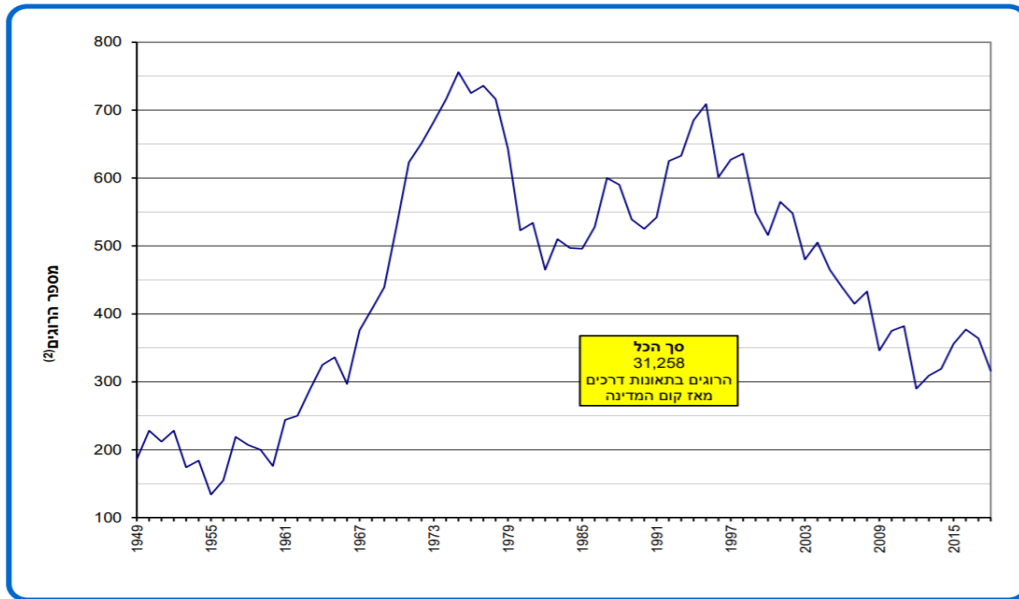
מטרתנו בנייר מדיניות זה הינה להמחיש את יעילותה וחשיבותה של השקעה בגדרות הפרדה בכבישים אדומים בצמצום הפגיעה בחיי אדם ובחסכון כלכלי למשק לטווח ארוך. אנו סבורים כי השקעה זו הינה נכונה הן במובן המוסרי והן במובן הכלכלי בבחינה אמפירית במונחי עלות-תועלת למשק ולמדינה, שכן עלות ההשקעה באותן גדרות הפרדה מוחזרת מעצם צמצום עלות הנפגעים וההרוגים בתאונות דרכים כפי שתוצג במסגרת עבודתנו.

3. סקירה ספרותית

3.1 הרוגים ופצועים בתאונות דרכים ומאפייניהם

ע"פ נתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה מקום המדינה ועד שנת 2018 נהרגו בתאונות דרכים בישראל כ-31,258 בני אדם. הרוג מוגדר כאדם אשר נפטר עד 30 יום מרגע פגיעתו בתאונה. נתוני הלמ"ס לשנת 2018 מצביעים על ירידה של כ-8.8% במספר תאונות הדרכים עם נפגעים בישראל (12,167), מתוכן 1,710 תאונות עם פצועים קשה וכ-287 תאונות קטלניות. בתאונות אלה נפצעו כ-22,349 אנשים, מתוכן 1,962 קשה וכ-316 איש נהרגו. ניתן לראות כי שיעורם של הנהגים הערבים מכלל התאונות הקטלניות גבוה משיעורם באוכלוסייה, כך גם חלקם של רוכבי אופנוע בהשוואה לחלקם במצבת כלי הרכב בישראל. נקודה חשובה לציון הינה כי שיעור הנפגעים בתאונות בהן היו מעורבים אופניים חשמליים בשנת 2017 עלה בכ-13.6% (1,747 איש) בהשוואה לשנת 2016; מדובר בנתון משמעותי המצביע על מרכיב חדש באופן יחסי שמצריך רגולציה ויתכן ותשתיות ייעודיות על מנת לצמצם את הנפגעים בתאונות מסוג זה. הוצאות הביטוח הלאומי על נפגעי תאונות דרכים בעבודה שאירעו בין השנים 2009-2017 הסתכמו בכ-3.3 מיליארד ש"ח.

תרשים 1. הרוגים בתאונות דרכים (1) בשנים: 1949-2018*
Diagram 1. Killed in Road Accidents in 1949–2018



3.2 כבישים אדומים וגדרות הפרדה

משטרת ישראל, חברת נתיבי ישראל וגופים נוספים מדרגים כבישים ע"פ רמת הסיכון שלהם, כאשר כבישים ברמת הסיכון הגבוהה מכונים "כבישים אדומים". רמת הסיכון של מקטע בכביש נקבע ע"פ כמות התאונות החמורות, דהיינו תאונות בעלות פצועים קשה או הרוגים, באותו מקטע בכביש. נכון לשנת 2013 בישראל כ-300 ק"מ של כבישים אדומים, מספר אשר צומצם לאור החמרת ההגדרה שנועדה למקד את המשאבים ואמצעי האכיפה באותם כבישים (בנק ישראל, 2014).

אחד הגורמים המרכזיים במידת הסיכון של כביש הינה קיומה או אי-קיומה של מפרדה בין נתיבים נגדיים. מחקרים מצביעים על חשיבות מכרעת בקיומן של מפרדות בכמות התאונות, ובמיוחד במידת קטלניותם. ממחקר של בנק ישראל הבוחן את הגורמים לתאונות דרכים בכבישים בין עירוניים בישראל עולה כי קיומה של מפרדה בין נתיבי תנועה נגדיים מפחיתה בכ-30% את מספר התאונות. במחקר שנעשה בספרד במטרה לזהות את הגורמים המשפיעים על הסבירות לתאונות חזיתיות, אשר ידועות בקטלניותן, נאספו נתונים מהשנים 2007-2012 בספרד הכללו מסד נתונים רחב של 9,192 תאונות חזיתיות. תוצאות המחקר מצביעות על כך שאחד המרכיבים המרכזיים בהפחתת הסבירות לתאונות חזיתיות הינה **גדר הפרדה** (או צורת הפרדה אחרת) בין הנתיבים.

3.3 ערך חיי אדם

ערך חיי אדם הינו אומד שמטרתו לכמת בצורה כלכלית, בהתאם לגישה בה נאמד, את ערך חיי פרט כלשהו עבור המדינה או גוף מרכזי אחר בבואה לבחון כדאיות השקעה ומדיניות ציבורית בהפחתת סיכונים לחיי אדם בנושאים כגון סביבה, תחבורה, בריאות וכד'. מטרת האומד הינה לתאר את הנכונות להחליף עושר או זמן בתמורה להפחתת הסיכון למות.

ערך חיי אדם מהווה מרכיב חשוב בהחלטות בנושא בטיחות בדרכים ועל כן לנושא גישה פרטנית לאמידה – הגישה לוקחת בחשבון 2 שאלות מרכזיות בבחינת פרויקט תחבורה :

- מהי חלוקת המשאבים הטובה ביותר לצמצום פגיעה והרוגים מתאונות דרכים ?
- האם המשאבים המושקעים מספיקים לצמצום הפגיעה ברמה שהנהג הממוצע לא ירצה השקעה נוספת ?

העלות הכלכלית למשק הישראלי של תאונות הדרכים הינה כ-16 מיליארד ₪ בשנה (בהתבסס על השנים 2005-2007, ע"פ דו"ח אור ירוק). הדו"ח פורט את המרכיבים עליהם מבוסס אומדן העלות הכלכלית למשק – אובדן תפוקה, אובדן איכות חיים, עלויות רפואיות, עלויות של מוסדות המדינה, אובדן שעות עבודה כתוצאה מעיכובי דרך ועלות נזקי רכוש (פירוט מלא נמצא בנספח א') מניתוח המרכיבים הנ"ל מסתמן כי אמנם ירידה במספר תאונות הדרכים והנפגעים בהן דוחפת לירידת העלות הכלכלית למשק, אך עלויות במשתנים בעלי השפעה כגון אינפלציה, שכר לשעת עבודה וכד' מגדילים את השפעתם של חלק מהמרכיבים ועל כן על אף צמצום הנפגעים העלות הכלכלית למשק דווקא עולה.

נתונים אלה הינם משמעותיים על מנת להבין את מבנה העלויות והמרכיבים של תאונות הדרכים למשק, וכן על מנת להעריך את מידת הדיוק של האומדן לעלות הרוג או פצוע למשק וכפועל יוצא מכך להערכת הכדאיות בהקמת גדרות הפרדה בכבישים.

3.4 עלות תועלת והשוואה עולמית

ע"פ מחקר העוסק בהשפעות המאקרו-כלכליות ותועלות לרווחה מצמצום הנפגעים בתאונות דרכים במדינות בעלות הכנסה נמוכה-בינונית (במחקר נבדקו – סיו, הודו, הפיליפינים, תאילנד וטנזניה) צמצום הנפגעים בתאונות דרכים בכמחצית עשוי להיות מתורגם לצמיחה של 15%-22% בתוצר לנפש באותן מדינות, על פני 24 שנים. המחקר מנסה לאמוד את הפסדי הרווחה כתוצאה מתאונות דרכים, וכפועל יוצא מכך את שיעור ההשקעה אשר משתלם למשק להקצות לטיפול

בתאונות הדרכים (הטווח אותו אומדים הינו בין 32%-6% מהתוצר הלאומי הגולמי במדינות שנבדקו).

הסתייגות בולטת לעין וראויה לציון הינה העובדה שהמחקר עוסק במדינות בעלות הכנסה נמוכה- בינונית לנפש, עם כלכלות מתפתחות ותשתיות תחבורה אשר באיזורים מסוימים אינם זהים לאלו הנפוצים במדינות מפותחות. אף על פי כן, נתונים כה משמעותיים על הקשר שבין צמיחה כלכלית לבין צמצום נפגעי תאונות דרכים ראוי שיזכו לייחוס, השוואה ובחינה גם במדינות עם כלכלה מפותחת יותר כמו ישראל.

במחקר אשר סקר נתוני פאנל בספרד במשך 19 שנים (1990-2009) עולה כי העלות הכלכלית השנתית של תאונות הדרכים לאיחוד האירופי מגיע עד ל-180 מיליארד יורו, וכן מובאים תימוכין למחקר של ארגון הבריאות העולמי המעריך את הנזק העולמי (נכון לשנת 2004) מתאונות דרכים (נזק לרכוש, הוצאות בריאות ואובדן תוצר עתידי) בכ-518 מיליארד דולר. תוצאות המחקר מצביעות על יעילות בשילוב של השקעה בתשתיות לצד רגולציה, וכן מדגישות את החשיבות של השקעה בתחזוקה של התשתיות בשל יעילותה בצמצום הרוגים ונפגעים בתאונות דרכים.

הנתונים הנ"ל ממחישים את פוטנציאל הצמיחה הכלכלית בטווח ארוך הגלום בטיפול בתאונות דרכים ונזקיהן בטווח הקצר.

4. שיטה

4.1 בניית מסד הנתונים

לצורך בדיקת שאלת המדיניות ביצענו סינון של כבישים בין עירוניים לא כולל צמתים, בדגש על כבישים חד-מסלוליים דו-כיווניים שכן הנחת העבודה הינה שכבישים אלה מהווים קרקע פורייה לתאונות חזיתיות ועל כן חשיבותה של גדר הפרדה עבורם הינה מרכזית. על הכבישים הנבחרים נערך סינון משני בעזרת נתונים שאספנו מבנק ישראל, משטרת ישראל, הלמ"ס ונתיבי ישראל לגבי המקטעים המוגדרים "מקטעים אדומים" ובהם מספרי ק"מ ספציפים של כל מקטע בכביש. עבור כל מקטע נבחר נערך ניתוח ידני במפת הלמ"ס שמטרתו לאסוף נתונים על על כמות ההרוגים, כמות הנפגעים וסוג הפגיעה בתאונות לפי שנים. נעזרנו בחברת נתיבי ישראל על מנת לקבל מידע על נוכחותה או היעדרה של גדר הפרדה באותם כבישים; תחילה שאפנו לקבל מידע גם

על שנת הקמת הגדר בכל אחד מהמקטעים במטרה למפות גם את השפעת הקמת הגדר במודל ולהבין את ההשפעה המדוייקת ביותר של זמן הקמת הגדר על שיעור הנפגעים בתאונות באותו מקטע אך לאחר מספר רב של פניות ללמ"ס, הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים, משרד התחבורה, משטרת ישראל ונתיבי ישראל אשר למעשה בנו הן את הכביש עצמו והן את גדרות ההפרדה הדבר לא עלה בידנו ומסתמן כי המידע המרוכז אינו נגיש לציבור אם קיים בכלל. מסד הנתונים הסופי כולל כ-50 מקטעים וכבישים עבור כל אחד מהם בוצע הניתוח הני"ל. כלל הניתוחים הסטטיסטיים נעשו באמצעות תוכנת האקסל ותוכנה סטטיסטית בשפת R.

דוגמא לבסיס הנתונים ממנו בוצעה הרגרסיה:

2010	2010	2009	2009	אורך מקטע	גדר Dummy	מס' דרך
Injured	Dead	Injured	Dead	Length	Fence	Road
0.3	0	0.4	0	10	1	5
0.4	0.4	0.4	0	2.5	1	6
0	0	2	2	1	0	7

4.2 ניתוח הנתונים

מטרתנו הייתה לבדוק כיצד גדר הפרדה בכבישים אדומים משפיעה על רמת הבטיחות וכמות הנפגעים בתאונות דרכים, וכפועל יוצא מכך מהי מידת הכדאיות להשקעה בפרויקט מסוג זה על פי נתוני הכביש. לצורך כך, חילקנו את הנתונים ל-2 קבוצות:

- קבוצת כבישים ללא גדר הפרדה.
- קבוצת כבישים עם גדר הפרדה.

כאמור כבישים אלה נבחרו מראש בשל היותם כבישים אדומים בדגש על דו-כיווניים. הקבוצות נבדקו במשך עשור - החל משנת 2009 ועד שנת 2018, כאשר עבור כל מקטע נבדקו מספר ההרוגים והפצועים קשה.

לצורך החישוב החלטנו להשתמש ב-2 מודלים של רגרסיה לינארית (OLS) המורכבת ממשתנה תלוי ומשתנים מסבירים:

- המשתנה התלוי: המשתנים התלויים אותם בחרנו הינם **הרוג לק"מ = Dead Per**

$$\text{Injured Per Kilometer} = \text{פצוע לק"מ}$$

המשתנה חושב על פי כמות ההרוגים והפצועים קשה בשנה קלנדרית בכל מקטע נבדק.

- המשתנים המסבירים: המשתנים המסבירים אותם בחרנו הם משתנה דמי להימצאותה של גדר (מקבל 0 אם יש גדר ו-1 אם אין גדר) ומשתנה של שנת הדגימה (Year).

להלן הרגרסיות אותן ביצענו:

$$DPK = \beta_0 + \beta_1 * Fence + \beta_2 * Year + \tilde{u}$$

$$IPK = \beta_0 + \beta_1 * Fence + \beta_2 * Year + \tilde{u}$$

העלות של כל הרוג למשק נאמדת בכ- 6.1 מיליון ש"ח בעוד שעלות כל פצוע קשה נאמדת בכ- 4.03 מיליון ש"ח (נוהל פר"ת 2012). בעזרת עלויות אלה ניתחנו את עלוג הרוג לק"מ ועלות פצוע לק"מ ומכאן שאבנו חלק מרכזי במסקנותינו.

4.3 ממצאים

תוצאות הרגרסיה לבחינת השפעתה של גדר הפרדה על כמות ההרוגים לק"מ כביש מצביעות כי גדר הפרדה תורמת לירידה של כ-0.048 הרוגים לק"מ בשנה, ברמת מובהקות של 5%. מספר זה אשר נראה זניח לכאורה טומן בחובו משמעות כלכלית אדירה – כאשר לוקחים בחשבון כי עלות הרוג למשק נאמדת בכ- 6.1 מיליון ש"ח הרי שמדובר בחיסכון של כ-295,850 ש"ח לק"מ לשנה. תוצאות הרגרסיה לבחינת השפעתה של גדר הפרדה על כמות הפצועים קשה לק"מ כביש מצביעות כי גדר ההפרדה תורמת לירידה של כ-0.171 פצועים לק"מ בשנה, ברמת מובהקות של 5%. במקרה זה החיסכון למשק הינו אף דרמטי יותר – עלות פצוע קשה למשק נאמדת בכ- 4.03 מיליון ש"ח על כן מדובר בחיסכון של כ-689,130 ש"ח לק"מ לשנה.

גורמים נוספים אשר מסבירים חלק מההפרשים כגון נפח התעבורה בכל כביש, תאורה, תוואי המסלול ועוד מופיעים ברגרסיה תחת החותך ומטים את תוצאות הרגרסיה, יחד עם זאת השערותנו הינה כי חלק מהגורמים היו מדייקים את השפעת הכבישים אף יותר לכיוון השלילי (כלומר – חיסכון אף גדול יותר בחיי אדם). השערה זו עולה בקנה אחד עם תוצאות מחקר של בנק ישראל על גדרות הפרדה.

4.4 המודל הכלכלי לבחינת השקעה

עלות הקמת גדר הפרדה מוערכת בכ-450 ש"ח למטר שהם 450,000 ש"ח לק"מ, מספר הק"מ של הכבישים ללא גדר אותם בדקנו הינו 342 ק"מ. כלומר, סך ההשקעה לבנית גדרות ההפרדה עבור

כל הכבישים הנבדקים הינו 153,900,000 ש"ח. לסכום זה יש להוסיף עלויות עקיפות כגון עיכובים, שיבושי תנועה ועוד.

לצורך קביעת גובה הריבית להיוון השתמשנו בריבית של 2.5% (עפ"י מתודולוגיית קביעת שער היוון ממשלתי), תוך שימוש בממצאי הרגרסיות ניתן לראות כי החסכון **השנתי** במונחים כלכליים של הרוגים ופצועים למספר הק"מ הנ"ל (342 ק"מ) הינו:

$$(342 \times 295,850) + (342 \times 689,130) = 336,863,160$$

בחנו את הכדאיות הכלכלית ע"י בחינה של מספר תרחישים שונים בפרקי זמן שונים ובריביות שונות. (פירוט החישוב בנספח ד').

להלן 4 תרחישים של כדאיות ההשקעה:

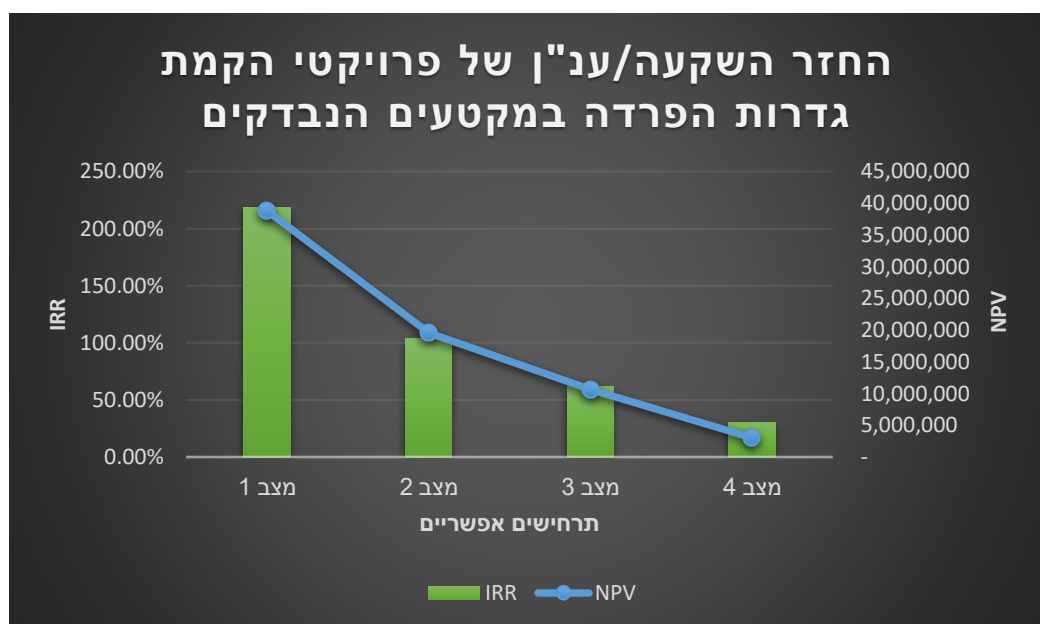
מצב 1: מצב אוטופי בו ההוצאות מינימליות

מצב 2: מצב ריאלי כיום בשוק אשר מייצג הוצאות שמרניות

מצב 3: מצב שלילי הצופה עליית מחירים וריביות במשק

מצב 4: מצב קטסטרופלי הצופה עלייה דרסטית הן במחירי השוק והן בריביות

מצב 4	מצב 3	מצב 2	מצב 1	
2,000,000	1,000,000	500,000	0	עלויות נילוות לק"מ
1,000,000	600,000	450,000	450,000	מחיר גדר לק"מ
10%	5%	2.50%	0	שיעור הריבית
10	20	30	40	תקופת הפרוייקט
30.43%	61.37%	103.36%	218.21%	IRR
3,033,535	10,637,018	19,602,082	38,827,200	NPV



ניתן לראות כי בכול ארבעת המצבים גם ה-NPV וגם ה-IRR חיוביים, גם במצב החמור ביותר של ריבית שלא נראת באופק וגם מחירים גבוהים בצורה דרמטית ממחירי השוק עדיין ניתן לראות תשואה פנימית של מעל 30% לפרוייקט.

5. המלצות

מניתוח הנתונים אשר ביצענו עולה כי הנזק הכלכלי הנגרם למדינה כתוצאה מהיעדר גדרות הפרדה בכבישים הנבדקים נאמד בכ- 336,863,160 ש"ח בשנה. לאור זאת, וכן לאור נתוני העלויות של בניית גדרות הפרדה כפי שצוינו לעיל, **המלצתנו העיקרית הינה השקעה בהקמת גדרות הפרדה בכבישים אדומים דו-כיווניים, בדגש על כבישים חד מסלוליים.** את תעודף הכבישים אנו ממליצים לקבוע בהתאם לכמות ההרוגים והפצועים לק"מ בכל מקטע.

פרויקטים מסוג זה נמשכים לרוב בין 6 – 12 חודשים בהתאם לסוג המקטע ואורכו. על כן, השקעה בפרויקט מסוג זה הינה בעלת החזר השקעה חיובי כבר מהשנה השנייה לאחר תחילתו, עקב הפער המשמעותי בין החסכון בעלויות למדינה בשנה אל מול עלות הקמת הגדר. גם כאשר לוקחים בחשבון הוצאות אחרות ובלתי צפויות כגון עיכובים בעבודה, חסימות זמניות של דרכים וכד' ניתן להעריך בזהירות שהפער בין החיסכון להשקעה גדול דיו ואם לא בשנה השנייה אזי לכל היותר בשנה השלישית מיום תחילת הפרוייקט.

המלצה נוספת ומשמעותית ביותר קשורה בתהליך בחינת הכדאיות של פרויקטים מסוג זה על ידי הגופים המוסמכים מטעם המדינה.

אנו משוכנעים כי **נתון מרכזי** אשר חייב להיות נוכח בבדיקת כדאיות הינו **פירוט של שנת הקמת גדרות הפרדה הקיימות.** מדובר בנתון אשר שאפנו להשיג באינספור דרכים ובאמצעות מספר רב של גורמים בכירים בנתיבי ישראל, משרד התחבורה, הלמ"ס, הרלב"ד ומשטרת ישראל **אך ללא הועיל.**

אנו גורסים כי שיטת האמידה הטובה ביותר להשפעת גדרות הפרדה, כחלק מנוהל פר"ת והנתונים הנבחנים במסגרתו, הינה לבחון את הכבישים בשיטת הפרש הפרשים –
ראשית, חלוקת הכבישים ל-2 קבוצות על פני 2 תקופות זמן –
קבוצת המבחן – כבישים אדומים ללא גדר הפרדה בתקופה 1, אשר הוקמה בהם גדר הפרדה בתקופה 2.

קבוצה ביקורת – כבישים אדומים ללא גדר הפרדה בתקופה 1, אשר לא הוקמה בהם גדר הפרדה גם בתקופה 2.

ע"י כך ניתן לבחון את השפעתן ומידת יעילותן של גדרות הפרדה, תוך נטרול אפקט הזמן. **השלב השני** הינו ביצוע של "הפרש ההפרשים" על הרגרסיות הלינאריות הנבדקות במטרה לבחון את הכדאיות של השקעה בגדרות הפרדה בכביש מסוים על סמך מספר פרמטרים - בהתאם לנתונים לגבי העלות הכלכלית של נפגעים והרוגים בתאונות דרכים למשק.

שיטה זו, בשילוב הוספת משתנים מסבירים מפורטים ככל הניתן לרגרסיות כגון נפח התעבורה בכל ק"מ כביש, שעות התאונות, מאפייני הנהגים וכד', עשויה לתת אומדן מדויק למדי ליעילותן של גדרות ההפרדה ועל ידי כך לאפשר קביעת תקציב להשקעה בפרויקטים אלה בצורה אמפירית ומבוססת אשר איננה מונעת מלחץ ציבורי, לחץ תקשורתי או רשויות בעלות כוח.

6. ביבליוגרפיה

- דו"ח אור ירוק (2009). "עלות תאונות הדרכים למשק בישראל"
<http://www.infocenters.co.il/rsa/multimedia/%D7%A7%D7%91%D7%A6%D7%99%D7%9D%D7%9C%D7%A7%D7%98%D7%9C%D7%95%D7%92/%D7%A2%D7%9C%D7%95%D7%AA%20%D7%AA%D7%90%D7%95%D7%A0%D7%95%D7%AA%20%D7%93%D7%A8%D7%9B%D7%99%D7%9D.pdf>
- דו"ח הכנסת- בלימת הקטל בדרכים (2016). "דין וחשבון מסכם של ועדת הכלכלה בראשות חה"כ איתן כבלי"
<https://www.knesset.gov.il/committees/heb/docs/kalkala20.pdf>
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2018) -"תאונות דרכים עם נפגעים- סיכום שנת 2017"
http://www.cbs.gov.il/reader/newhodaot/hodaa_template.html?hodaa=201827156
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2019) -"הודעה לתקשורת – תאונות דרכים - סיכום שנת 2018"
https://www.cbs.gov.il/he/mediarelease/DocLib/2019/032/27_19_032b.pdf
- הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים (2018) -"מגמות בבטיחות בדרכים בישראל-2017-2007"
https://www.gov.il/he/Departments/publications/reports/trends_2017
- World Bank. 2017. "The High Toll of Traffic Injuries : Unacceptable and Preventable."
<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/29129>

- Albalate, D, Fernández, L, Yarygina, A. (2013). The road against fatalities: Infrastructure spending vs. regulation??. *Accident Analysis and Prevention*, **59**, 227-239.

<http://www.ub.edu/gim/wp-content/uploads/2013/10/Albalate-Fernandez-Yarygina-2013.pdf>

- Gaceta Sanitaria, Volume 29, Supplement 1 September 2015, Pages 16-23
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213911115000618>

- משרד התחבורה ומשרד האוצר – נוהל פר"ת (2012). הנחיות לבדיקת כדאיות פרויקטים.

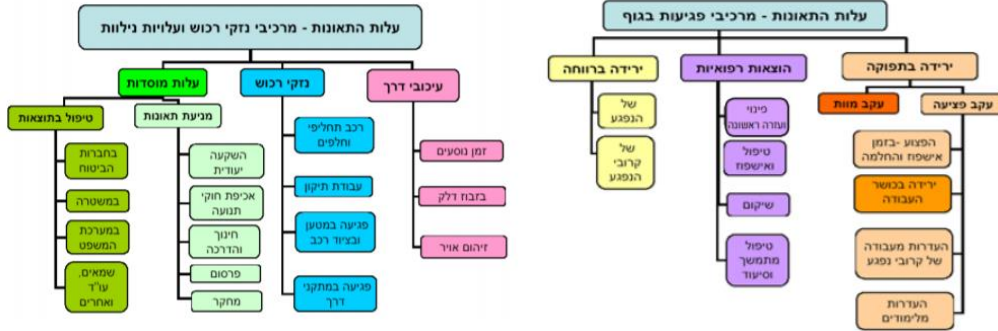
<https://docplayer.gr/78843142-Hnkhyvt-lbdygt-kdyvt-prvygtym-tkhbvrtyym.html>

- הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים – ספר "סקירת מגמות בטיחות בדרכים". הנחיות לבדיקת כדאיות פרויקטים.

https://www.gov.il/he/Departments/publications/reports/trends_2017

נספח א' – מרכיבי עלויות הרוגים ופצועים למדינה:

איור 1- מרכיבי הנזק הכלכלי של תאונות הדרכים



נספח ב' – רגרסיה לינארית הרוג לק"מ:

Call:
lm(formula = dead ~ year + fence, data = data)

Residuals:
Min 1Q Median 3Q Max
-0.12359 -0.09944 -0.05997 0.01259 1.90358

Coefficients:
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 6.189343 6.459023 0.958 0.33844
year -0.003019 0.003208 -0.941 0.34709
fence -0.048521 0.018428 -2.633 0.00875 **

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.1976 on 457 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.01682, Adjusted R-squared: 0.01252
F-statistic: 3.909 on 2 and 457 DF, p-value: 0.02073

נספח ג' – רגרסיה לינארית פצוע קשה לק"מ:

Call:
lm(formula = injured ~ year + fence, data = data)

Residuals:
Min 1Q Median 3Q Max
-0.4088 -0.2345 -0.1382 0.0714 8.5912

Coefficients:
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -15.117213 19.025145 -0.795 0.42726

year 0.007694 0.009449 0.814 0.41592
 fence -0.171515 0.054279 -3.160 0.00168 **

 Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.5821 on 457 degrees of freedom
 Multiple R-squared: 0.02277, Adjusted R-squared: 0.01849
 F-statistic: 5.324 on 2 and 457 DF, p-value: 0.00518

נספח ד' – חישוב תרחישי NPV ו-IRR לפרויקט הקמת גדרות הפרדה:

292,800	6,100,000	מחיר להרוג	0.048	חיסכון בהרוגים לק"מ
689,130	4,030,000	מחיר לפצוע	0.171	חיסכון בפצועים קשה לק"מ
מצב 4	מצב 3	מצב 2	מצב 1	
2,000,000	1,000,000	500,000	0	עלויות נילוות לק"מ
1,000,000	600,000	450,000	450,000	מחיר גדר לק"מ
10%	5%	2.50%	0	שיעור הריבית
10	20	30	40	תקופת הפרויקט
30.43%	61.37%	103.36%	218.21%	IRR
3,033,535	10,637,018	19,602,082	38,827,200	NPV
מצב 4	מצב 3	מצב 2	מצב 1	
-3,000,000	-1,600,000	-950000	-450000	0
981,930	981,930	981,930	981,930	1
981,930	981,930	981,930	981,930	2
981,930	981,930	981,930	981,930	3
981,930	981,930	981,930	981,930	4
981,930	981,930	981,930	981,930	5
981,930	981,930	981,930	981,930	6
981,930	981,930	981,930	981,930	7
981,930	981,930	981,930	981,930	8
981,930	981,930	981,930	981,930	9
981,930	981,930	981,930	981,930	10
	981,930	981,930	981,930	11
	981,930	981,930	981,930	12
	981,930	981,930	981,930	13
	981,930	981,930	981,930	14
	981,930	981,930	981,930	15
	981,930	981,930	981,930	16
	981,930	981,930	981,930	17
	981,930	981,930	981,930	18
	981,930	981,930	981,930	19

	981,930	981,930	981,930	20
		981,930	981,930	21
		981,930	981,930	22
		981,930	981,930	23
		981,930	981,930	24
		981,930	981,930	25
		981,930	981,930	26
		981,930	981,930	27
		981,930	981,930	28
		981,930	981,930	29
		981,930	981,930	30
			981,930	31
			981,930	32
			981,930	33
			981,930	34
			981,930	35
			981,930	36
			981,930	37
			981,930	38
			981,930	39
			981,930	40