



**שאלת המחקר: כיצד יישום אגרות גודש במטרופולין תל אביב
ישפיע על הצפיפות בכבישים?**

יוני 2019

מנחה: ד"ר טלי רגב

מגישות:

חמוטל לזר - 207090978

ליאור אליהו – 308418433

תוכן עניינים

3	חשיבות שאלת המדיניות ומטרות הנייר
6	תקציר מנהלים ועיקרי ההמלצות
7	רקע וסקירת ספרות
7	1. מהן אגרות גודש?
8	2. מקרי בוחן בעולם
8	סינגפור
10	לונדון
13	3. יתרונות וחסרונות של אגרות גודש
14	נעים בירוק – בדיקת היתכנות בישראל
14	1. רקע לניסוי
15	2. מבנה הניסוי
15	3. תוצאות הניסוי
17	פיתוח מודל כלכלי
17	1. רקע ובניית המודל הכלכלי
19	2. מודל המחירים ההדוניים
19	3. בניית מסד הנתונים
20	4. אופן ביצוע המחקר
21	5. תוצאות המודל
22	6. ניתוח הממצאים
23	7. מסקנות
24	המלצות לנייר המדיניות
26	ביבליוגרפיה

חלק ראשון - שאלת המדיניות ומטרות הנייר

יותר מחצי מאוכלוסיית העולם גרה כיום באזורים אורבניים. עד שנת 2050, שניים מתוך כל שלושה אנשים יגורו בערים, כך ש-2.5 מיליארד איש יתווספו לאזורים שכבר היום גדושים ועמוסים בתושבים (UN, 2018). בחלק גדול ממדינות העולם - מדינות מפותחות ומתפתחות, נראית מגמה של עלייה בגודש תחבורה בערים מרכזיות. עלייה זו נובעת משימוש אינטנסיבי בכלי רכב. גודש תנועה בכביש מתאפיין במהירות נסיעה נמוכה של כלי הרכב והארכת זמני נסיעה ומתרחש כאשר הדרישה לשימוש בכביש עולה על קיבולת התנועה של הכביש. (מואב ושרייבר, 2017). גודש זה ימשיך להחמיר עם השנים והצפי הוא שעד שנת 2025 קנייה של מכוניות פרטיות תגיע ל-125 מיליון מכוניות, לעומת 70 מיליון בלבד בשנת 2010 (Bouton, Knupfer, Mihov & Swartz, 2015).

גודש התנועה מביא עמו איומים על איכות החיים העירוניים. איומים אלו באים לידי ביטוי בהפחתה הדרגתית במהירויות הנסיעה, שכתוצאה מכך תגדיל את זמני הנסיעה, צריכת הדלק, הזיהום הסביבתי ותוסיף עלויות תפעול אחרות. גודש התנועה פוגע במדינות בשתי דרכים עיקריות - עלויות כלכליות ישירות המובילות להפחתה בתפוקה הכוללת ועלויות חיצוניות. לפי חישובים שמרניים, הגברת המהירות של רכב פרטי בקילומטר אחד לשעה, ורכב ציבורי בחצי קילומטר לשעה יכולה להפחית את זמני הנסיעה ועלויות התפעול בשווי של כ-0.1% מהתמ"ג (Bull, 2003).

גודש מוביל לעלויות אופרטיביות עבור משתמשי הכביש, אך גם לעלויות חיצוניות שקשה לכמת אותן כמו בזבוז זמן וזיהום סביבתי. העלויות הנוספות שנגרמות יכולות להוות עול על משתמשי הכביש עצמם, או על הלא-משתמשים. עבור משתמשי הכביש, יש שני סוגים של עלויות - עלויות הקשורות לאובדן זמן, ועלויות תפעוליות כמו שימוש מוגבר בדלק. עבור הלא-משתמשים, לדוגמא, הגודש מונע מאוטובוסים לעשות את מספר המסלולים האופטימלי שהם יכולים לעשות, ומפחית את היעילות שלהם כך שתעריפי הנסיעה עולים (Jarl, 2009).

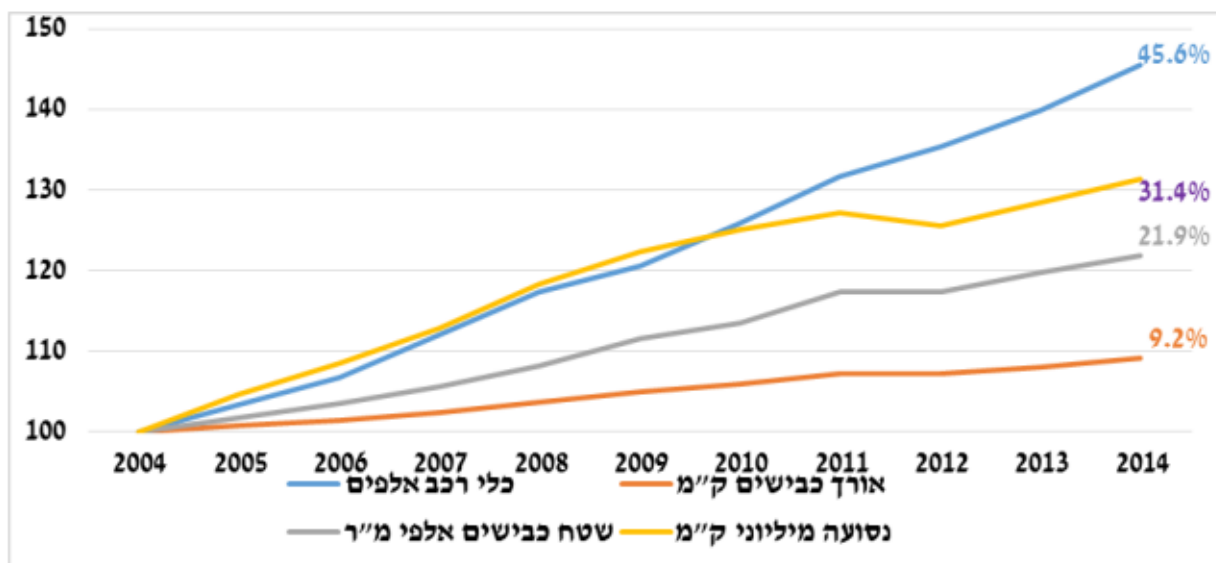
הצפיפות בכבישים גורמת לעלויות חיצוניות מגוונות ביניהן זיהום אוויר והשפעות בריאותיות הקשורות בכך, זיהום מים, תאונות דרכים, תרומה להתחממות הגלובלית כתוצאה מפליטות גזי חממה, רעש, הקמת תשתיות, שינוי שימושי קרקע וכו'. יתרה מכך הגודש והצפיפות גורמים לאובדן שעות עבודה ופנאי אשר פוגע ברווחה החברתית ובתוצר הכלכלי של המשק (מואב ושרייבר, 2017). משתמשי הכביש, מבזבזים במוצק כ-36 שעות כל שנה בפקקים באזורי מטרופולין. תוצאה זו גדלה ל-111 שעות כאשר לוקחים בחשבון זמן תכנון נוסף על מנת להגיע ליעד הנדרש ללא איחורים. שעות אבודות אלו צפויות לגדול ב-6% עד שנת 2030, כך שסך העלות למשקי מדינות, אשר עמדה בשנת 2013 על 200 מיליארד דולר, צפויה לגדול בשנת 2030 בכ-46% (CEBR, 2014).

הגורמים העיקריים התורמים לגודש התחבורה הינם תשתית תחבורה לא מספקת ושימוש לא אופטימלי בתשתית הקיימת (Sadra et al., 2018). ניתן לראות בגרפים מטה (בר, 2017) כי בעשור האחרון בישראל שטח הכבישים גדל באלפי מ"ר בשיעור מצטבר של כ-22%, אולם מספר כלי הרכב בכבישים גדל בשיעור של כ-45.6% והנסועה השנתית גדלה בעשור האחרון בשיעור מצטבר של כ-30.5%. כלומר, למרות ההשקעות הנרחבות בשנים האחרונות בתשתיות תחבורה, קצב הגידול בנסועה השנתית צפוי לגדול בשיעור גבוה יותר, כך שהצפיפות

בכבישים תמשיך ותגדל. ניתן לראות, כי קיים שימוש לא אופטימלי בתשתיות הקיימות הגורם לגודש תחבורה, וכי המדיניות הקיימת של סלילת כבישים חדשים אינה מביאה לפתרון יעיל (בר, 2017).

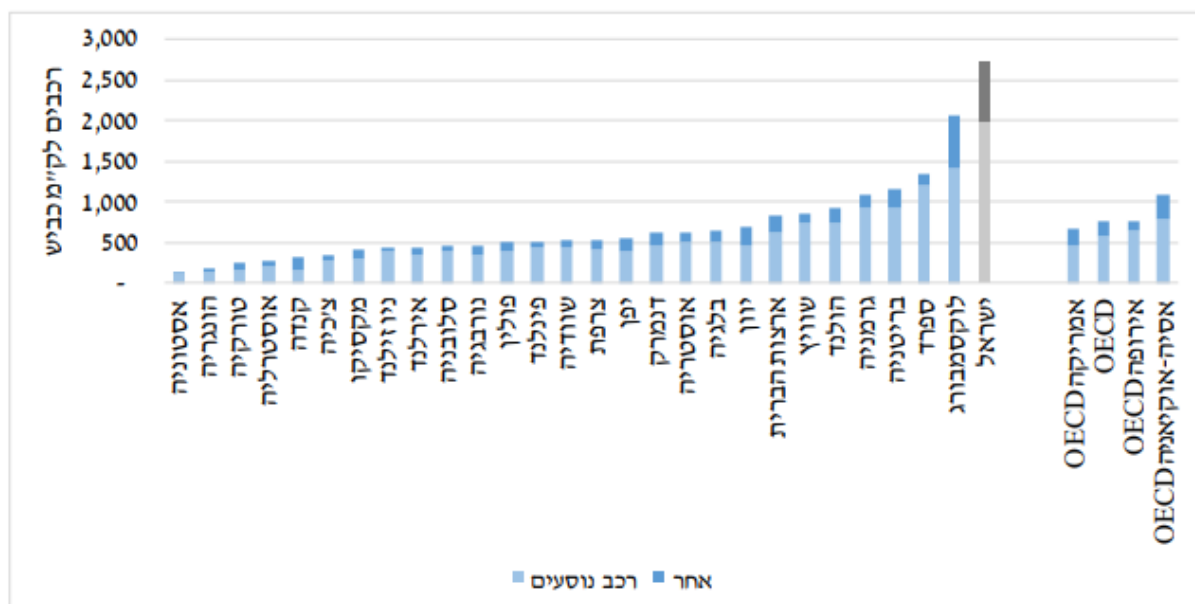
נתונים על מספר כלי הרכב, אורך הכבישים ושטחם, הנסועה ואורך כבישים לכלי רכב, - 2014

¹¹2004



ישראל מובילה בדירוג המדינות בעלות הצפיפות הגבוהה ביותר בכבישים מבין מדינות ה-OECD, כאשר מספר כלי הרכב לק"מ כביש בישראל עומד על כ-2,700, לעומת ממוצע של 773 במדינות ה-OECD.

מספר הרכבים לק"מ כביש, 2014 (או הנתונים האחרונים הקיימים)¹



מסיבה זו, העלויות החיצוניות אשר נגרמות כתוצאה מגודש תחבורה משפיעות על ישראל על אחת כמה וכמה. מספר השעות האבודות ביום כתוצאה מפקקי תנועה בישראל עומד על כ-700 אלף שעות ביום, אשר גורם לנזק שנתי של כ-35 מיליארד ש"ח בשנה (כבל, 2018). למרות הנהגת רפורמת מיסוי ירוק בישראל בשנת 2009 אשר הובילה לירידה במספר כלי הרכב המזהמים, סך זיהום האוויר הנפלט מכלי רכב גדל עקב גידול במספר כלי הרכב שנרכשו והצפיפות בכבישים בישראל. אם מסתכלים על ממוצע הנסיעה השנתי, ישראל נמצאת במקום השני עם 17,000 ק"מ לרכב, כאשר אחת הסיבות להיקף הגבוה בישראל הוא שימוש נרחב ברכבי חברה. שימוש ברכבים אלו, מגדיל את ההסתברות לשימוש ברכב פרטי כאמצעי תחבורה עיקרי של משקי בית שונים. סיבה נוספת, נובעת מהבחירה של רבים באזורי מגורים רחוקים מהמטרופולין על מנת להוזיל את עלויות הדיור. בחירה זו, שמלווה בתחבורה ציבורית מוגבלת, מובילה להגברת התלות של אזרחים ברכבים פרטיים. בנוסף, קצב הגידול בנפח הכבישים נמוך מקצב הגידול במספר כלי הרכב. המשמעות היא שקצב הגידול בנסועה השנתית יהיה מהיר יותר אם לא תהיה השקעה בפתרונות של תחבורה ציבורית מתקדמת, וגודש התנועה ימשיך ויגדל (בר, 2017).

קיימים שלושה כלים עיקריים להפחתת העומס בכבישים:

1. הרחבה, הארכה והשקעה בכבישים - תקציב פיתוח הכבישים מהווה חלק עיקרי מתקציב משרד התחבורה, והוא נע בין 49%-62%. רוב תוכניות תשתיות התחבורה חורגות מלוח הזמנים המתוכנן ולכן מובילות להשקעה נמוכה בטווח הבינוני. שיטת הרחבת הכבישים מתוארת כפחות יעילה, משתי סיבות עיקריות. ראשית, הרחבת הכבישים באה תמיד על חשבון שטחים פנויים, כך שבעוד שהרחבת הכבישים נוטה להפחית את זמן הנסיעה ברכב, היא נוטה גם להפחית את הגישה להולכי רגל ונוסעי האופניים. שנית, הרחבת כבישים מעודדת את הביקוש לשימוש ברכב פרטי, ועל כן אינה פותרת את בעיית צפיפות הכבישים.
2. הפחתת מספר הרכבים ע"י הגדלת נסיעה בתחבורה ציבורית - בעשור האחרון מדינת ישראל הגדילה את תקציבי הפיתוח של התחבורה הציבורית באופן ניכר, אך רמת פיתוח התשתיות עדיין בפיגור ביחס למדינות המפותחות. ההשקעה בתשתיות התחבורה הציבורית במטרופוליני ישראל נמוכה בשיעור של כ-85% ביחס להשקעה במדינות המערב. על מנת לצמצם פערים אלו, נדרשות השקעות גבוהות באופן משמעותי. מניתוח שנערך בבנק ישראל עולה כי השימוש בכלי רכב פרטיים בין 2000-2014 גדל פי שתיים לעומת הגידול במאפייני התחבורה הציבורית. בתחום הרכבות, רמת ההשקעה עלתה אך עדיין ישראל נמצאת מתחת לחציון ביחס למדינות מפותחות ביחס שבין השימוש ברכבת לנסועה בכבישים.
3. שינוי בשיטת מיסוי עבור עידוד הפחתת שימוש ברכב פרטי - לשימוש בכלי רכב יש השפעה חיצונית שלילית, ועל מנת להגביל את השימוש ולהפחיתו, ניתן לנקוט בדרך של הטלת מיסים על בעלות של כלי רכב וכן על שימוש בהם, תוך עידוד שימוש באמצעי תחבורה ציבוריים (Litman, 2018).

לאור הפגיעה החמורה בכלכלת ישראל, הצורך במציאת פתרונות לבעיית הגודש בכבישים וליצירת מערכת תחבורה מקיימת בישראל, הוא בעל חשיבות רבה. כיום השיטה המקובלת להפנמת העלויות החיצוניות של אחזקה ושימוש בכלי רכב, היא ע"י מס רכישה ומס דלק. עם זאת, שיטה זו קובעת מחיר אחיד בין המשתמשים השונים ולא מביאה לידי ביטוי את השוני ביניהם. אדם המשתמש באופן קבוע ברכבו אינו ממוסה בגובה

העלויות החיצוניות להן הוא גורם. מצב זה מוגדר ככשל שוק, כאשר הנזק השולי החברתי במקרה זה גבוה מהנזק השולי הפרטי, שמביא לצריכת יתר של המשאב הציבורי - הכביש. פתרון אפשרי לכשל שוק זה הינו אגרת גודש, אשר המיסוי יתומחר בגובה הנזק השולי, בדומה למיסוי פיגוביאני. כמו כן, ניתן להשתמש במיסוי פרוגרסיבי, העולה בהתאם לעומס בכביש, ולפי אופי השימוש של הפרט בכביש (מואב ושרייבר, 2017).

בנייר מדיניות זה, אנו רוצות לבדוק האם שימוש במיסוי בצורת אגרות גודש, עשוי לפתור את בעיית גודש התנועה באזור מטרופולין תל אביב ולהפחית את העומס בכבישים. מטרתנו להראות כי שימוש בתמריצים כלכליים בצורת אגרות גודש יביאו לשינוי נורמות התנהגות של נהגים המגיעים באופן יום-יומי למטרופולין תל אביב ולכך שחלק מהנהגים יהיו מוכנים לשלם יותר עבור אי-שינוי הרגלי השגרה לבין אלו שיהיו מוכנים למצוא תחליפים לדרכים בהן הם משתמשים כיום. נצפה לראות במחקרנו קשר חיובי בין המוכנות של אנשים לשלם עבור דירה הקרובה יותר לאזור התעסוקה שלהם.

חלק שני – תקציר מנהלים ועיקרי המלצות המדיניות

בחלק גדול ממדינות העולם נראית מגמה של עלייה בגודש תחבורה בערים מרכזיות כתוצאה משימוש אינטנסיבי בכלי רכב. גודש זה, מביא עמו איומים על איכות החיים העירוניים שבאים לידי ביטוי בהפחתה הדרגתית במהירויות הנסיעה, הגדלת זמני הנסיעה, צריכת הדלק ועוד. גודש זה מוביל גם לעלויות חיצוניות שקשה לכמת אותן כמו בזבוז זמן וזיהום סביבתי. ישראל היא המדינה המובילה בעולם מבחינת צפיפות בכבישים מבין מדינות ה-OECD, כך שגודש הרכבים על הכביש בישראל מוביל ל-700 אלף שעות אבודות ביום ששוות לנזק משקי של 35 מיליארד ש"ח בשנה. לאור הפגיעה החמורה בכלכלת ישראל, הצורך במציאת פתרונות לבעיית הגודש בכבישים וליצירת מערכת תחבורה מקיימת בישראל, הוא בעל חשיבות רבה.

כבוגרות תואר ראשון בכלכלה החלטנו לחקור ולבדוק פתרון של מיסוי אזרחים הנוהגים בכבישים מרכזיים בשעות עומס המבקשים להיכנס לאזור מטרופולין תל אביב. הפתרון שאנו מציעות בעבודת מחקר זו היא יישום אגרות גודש על מטרופולין תל אביב על מנת להוריד את מספר המכוניות הנכנסות מדי יום, כדי להביא לצמצום העומס בכבישים וזמן הנסיעה בשעות העומס.

במסגרת הניתוח הכלכלי, ביצענו מחקר אמפירי אקונומטרי הנוגע בשאלה: כיצד ישפיע יישום אגרות גודש על מטרופולין תל אביב? במסגרת מחקר זה אספנו נתונים על 205 דירות מ-19 ערים מטבעות שונות המקיפות את מטרופולין תל אביב ובחנו את מחירי הדירות בערים השונות לפי אומדים של זמני נסיעה למרכז ת"א, מרחק הנסיעה, דירוג סוציו-אקונומי של העיר, ומאפייני הדירה כמו גודל במ"ר, מספר חדרים וקומה. בחרנו לבצע את המחקר בצורה הזו מתוך ההשערה כי אנשים מוכנים לשלם על מקום מגורים קרוב יותר למרכז על מנת לחסוך זמן נסיעה על הכביש בשעות העומס למרכז ת"א. המחקר האקונומטרי שביצענו חשף את הנכונות לשלם עבור חסכון בזמן הנסיעה, שבאמצעותה חישבנו את התועלת המצרפית היומית. מתוצאות אלו מצאנו את התועלת הכלכלית השנתית למשק, בהתחשב במספר ממוצע של ימי עבודה בשנה.

תוצאות המחקר הראו כי :

1. צמצום של דקת זמן נסיעה למרכז העסקים בת"א בשעות העומס, יביא לעלייה במחיר דירה של 12,036 ש"ח.
2. אנשים מוכנים לשלם מחיר יומי של 11.076 ש"ח עבור צמצום של 21% מזמן הנסיעה הממוצע בשעות העומס, המהווה צמצום של 11 דקות מסך זמן הנסיעה.
3. התועלת הכלכלית השנתית למשק כתוצאה מיישום אגרות גודש תעמוד על כ-1.395 מיליארד ש"ח.

תוצאות המחקר איששו את השערת מחקרנו כי מרכיב זמן הנסיעה מהווה פקטור שלילי על מחירי דירות, לעומת מרכיב המרחק בק"מ שאינו משפיע על מחירי הדירור, כאשר מפקחים על זמן הנסיעה. מתוך תוצאות אלו, ניתן להבין כי אנשים מוכנים לשלם יותר על מנת לחסוך את זמן הנסיעה שלהם בשעות העומס.

הניתוח הכלכלי ומסקנותינו הביאו אותנו לידי גיבוש המלצות מדיניות :

1. אזור האגרה - האגרה תוחל על מטרופולין תל אביב, וניתן יהיה להחיל תוכניות דומות בערים מרכזיות אחרות בארץ בהמשך.
2. שיפור התחבורה הציבורית בישראל - החלת מיסוי על כניסה למטרופולין תל אביב חייב לבוא בד בבד עם השקעה בתשתיות תחבורה ציבורית על מנת לתת אלטרנטיבה ראויה למי שבוחר שלא לשלם את אגרת הגודש.
3. מחיר האגרה - מתוך המחקר הכלכלי הראנו כי הנכונות לשלם עבור צמצום של 21% מזמן הנסיעה הממוצע במטרופולין תל אביב עומדת על כ-11 ש"ח ביום.
4. זמני החלת התשלום: אגרת הגודש תחול במהלך ימי ושעות העבודה הסטנדרטיים, בדומה למתרחש במקרי הבוחן של לונדון וסינגפור – בטווח בין 00:00-19:00, ובין הימים א'-ה' בלבד.
5. שיטת המיסוי - רצוי לאמץ תכנית אגרות גודש בשיטת "שלם כפי שאתה נוסע" מאחר וזוהי שיטת מיסוי הוגנת יותר כך שכל אדם משלם בהתאם לנזק שהוא משתית על הכלל ולא בהתאם לנזק של הפרט הממוצע.
6. פטור מתשלום אגרה - יש לתת פטורים למקרים מיוחדים כמו רכבים רבי תפוסה, מיניבוסים, אוטובוסים ומוניות שירות.
7. תניוני "חנה וסע" - הקמת שירותי הסעות למרכזי הערים כך שתתאפשר כניסה נוחה לעיר ללא תלות ברכב פרטי.
8. שימוש בכספי האגרה למען הציבור - השימוש במיסי האגרה להשקעה מחודשת בתשתיות התחבורה הציבורית או מטרות אחרות, יכולה לקדם אג'נדות לטובת הציבור ולרווחת הכלל.

חלק שלישי – רקע וסקירת ספרות

גופים רבים מבינים כי פתרונות של הרחבת תשתיות התחבורה צריכים לפנות את מקומם לטובת פתרונות לניהול תחבורה מתוך מניעים כלכליים וסביבתיים, שיושתנו על תמריצים כלכליים. אחד הפתרונות המובאים הוא גביית אגרה תלויה זמן בכבישים או נתיבים מסוימים בכדי להתאים את הביקוש הקיים לשימוש בתשתיות הכבישים בזמן נתון (ברון, 2008).

מה הן אגרות גודש?

גודש תנועה הוא תוצאת שיווי משקל בין היצע נמוך של כבישים לבין ביקוש גבוה לנסיעה בכבישים הללו בזמנים מסוימים (כמו שעות הבוקר או אחה"צ). גודש נוצר בדרך כלל בכניסה לערים גדולות או במרכזי ערים, והוא פונקציה של גורמים רבים כמו רמת המינוע, מצב התחבורה הציבורית ורמת החיים, ובהם גם צפיפות האוכלוסייה (צ'רטוף ואגמון, 2011).

אגרות גודש הן כלי לתמחור עלויות חיצוניות של שימוש בכביש, במטרה לשפר את הרווחה על ידי הפחתת גודש התנועה. אגרות גודש הן פתרון יעיל להתמודדות עם הגודש בכבישים, כיוון שהן גורמות לנהגים להכליל בעלות הפרטית שלהם גם את ההשפעות החיצוניות והעלות השולית החברתית. הכללת ההשפעות החיצוניות בעלות הפרט, מאפשרת התמודדות עם "כשל השוק" המצוי היום בכבישים אשר נובע מצריכת יתר של המשאב הציבורי. לפי הגישה הכלכלית המקובלת, ראוי להטיל מס פיגוביאני. זהו מס המוטל על פעילות המייצרת עלויות חיצוניות שליליות (על צדדים שלישיים או על הסביבה). לפי גישה זו, ההקצאה תהיה יעילה כאשר גובה המס, במקרה שלנו, אגרת הגודש, תהיה שווה להפרש בין העלות השולית החברתית לבין העלות השולית הפרטית של כל נסיעה (מואב ושרייבר, 2017).

בשל ההשפעות החיצוניות השליליות של גודש, באופן אידיאלי כדאי היה להחיל תמחור גודש על מערכת הכבישים כולה. מאחר והדבר לא אפשרי, יש להשתמש ברפורמה זו על הכבישים הצפופים ביותר, כגון כבישים עירוניים גדולים וגשרים. מעבר לכך, ניתן להשתמש ברפורמת מחירים גם על תחומים אחרים על מנת לצמצם את גודש התחבורה, כמו למשל תמחור החנייה או עליית מחירי הדלקים. רפורמות אלו מוצדקות במידה והן פועלות על בסיס יעילות חברתית, כאשר ההכנסות יכולות לשמש לסיוע במימון עלויות הכביש, לשיפור תחבורה ציבורית או על מנת להפחית מיסים אחרים (Litman, 2018).

מערכת הגבייה האולטימטיבית לאגרות גודש, תכלול שינוי בחיוב על פי מיקום (במרכז העיר יקר יותר), שעה ביום (החיוב בשעות השיא יקר יותר) וסוג הרכב (יקר יותר לרכבים גדולים ומזהמים). ישנן שלוש אפשרויות לאופן חיוב האגרה עבור השימוש בכביש - תוכנית רישוי אזורי, טבעת אגרה ומערת חיוב רציף.

תוכנית רישוי אזורי (ALS) - התשלום הוא עבור נסיעה בתוך האזור העירוני. המשתמשים בכבישים בתוך שטח ספציפי צריכים לשלם דמי רישיון המשתנים בדרך כלל לפי סוג הרכב.

טבעת אגרה - התשלום הוא עבור חציית גבול סביב אזור מסויים. נקודות חיוב האגרה ממוקמות בכל הכניסות לאזור המוגדר. גם בשיטה זו, לרב ישנו חיוב אגרה גדול יותר עבור כלי רכבים גדולים או מזהמים, וכן בכניסה בשעות עמוסות.

מערכת חיוב רציף - התשלום הוא עבור כל נסיעה בתוך אזור מוגדר, אך בניגוד לתוכנית רישוי אזורי בה התשלום קבוע, התשלום במערכת חיוב רציף משתנה ותלוי בהיקף השימוש בכביש. כך ניתן להחליט כי החיוב יתבסס על מרחק נסיעה או זמן נסיעה. אופן המדידה יכול להתבצע באמצעות מכשירי ניווט לווייני או נקודות חיוב המוצבות לאורך הכביש. יישום שיטה זו הנו מורכב יותר משיטות אחרות (מואב ושרייבר, 2017).

מקרי בוחן בעולם:

1. סינגפור

בתחילת שנות ה-70, גודש התחבורה החל להוות בעיה משמעותית באי סינגפור, זאת בשל גידול כמות המכוניות שנובע בין היתר מגידול בהכנסות התושבים. ב-1975, בשעות השיא בבוקר ובערב, במחוז העסקים המרכזי של האי סינגפור (אחד החלקים עם התנועה הצפופה ביותר בסינגפור) המהירות הממוצעת עמדה על 19 קילומטר לשעה. על מנת להפחית את תנועת הרכבים הפרטיים והמוניות באזור זה, החליטו הרשויות ליישם מערכת תמחור כבישים בצורה של מערכת רישוי אזורי. לאזור המתומחר היו 22 נקודות מאוישות, בעלות של 3 דולר סינגפורי ליום או 60 דולר סינגפורי לחודש, בין השעות 9:30-7:30 בבוקר בין הימים שני עד שבת. בנוסף לאגרה, מחיר החניה באזור המוגבל עלה בכמעט 100 אחוז, ותוכניות של "חנה וסע" הוטמעו, כך שנהגים היו יכולים להחנות את רכביהם במחיר מוזל ב-15 חניונים עם כמות כוללת של 15,000 חניות. המטרה הראשונית הייתה הפחתת העומס בכבישים בשעות הבוקר בין 25%-30%. זאת בתקווה, שלהפחתת העומס בבוקר תיהיה השפעה עקיפה על העומס בערב.

יישום התוכנית הובילה לירידה של כ-43% בכמות המכוניות הנכנסות בשעות החיוב, וירידה של כ-76% בתנועה רכבים החייבים בתשלום אגרה. כתוצאה מהפחתת התנועה, חל גידול של 22% במהירות התנועה באזור המוגבל וגידול של 10% במהירות כבישי הגישה לאזור זה. כ-22% מהנהגים הנוסעים שינו את מועד הנסיעה כדי להימנע מתשלום האגרה, דבר אשר הוביל לעלייה מסוימת בגודש התנועה לפני ואחרי שעות האגרה, כפי שניתן לראות בטבלה המופיעה מטה (Phang and Toh, 2004).

Motor Vehicles Entering the RZ Before and After the ALS

Time	Motor Cars		Other Vehicles		Total	
	March 1975	June 1975	March 1975	June 1975	March 1975	June 1975
	(Before ALS)	(After ALS)	(Before ALS)	(After ALS)	(Before ALS)	(After ALS)
7:00 a.m to 7:30 a.m (Before Restricted Hours)	5,384	6,565 (+21.9%)	4,146	5,011 (+13.5%)	9,800	11,576 (+18.1%)
7:30 a.m to 9:30 a.m (Restricted Hours)	32,421	7,727 (-76.2%)	22,892	22,545 (-1.5%)	55,313	30,272 (-45.3%)
7:00 a.m to 7:30 a.m (Before Restricted Hours)	7,059	7,479 (+5.9%)	5,716	7,561 (+32.3)	12,775	15,040 (+17.7%)

Sources: Adpted from the "Road Cngestion Pricing in Singapore: 1975 to 2003", Phang and Toh, 2004

יישום מדיניות אגרות הגודש הוביל לשינויים התנהגותיים נוספים. 19% מהנהגים הנוסעים למרכז העיר החלו להגיע באוטובוס ו-17% עברו לנסיעה משותפת על מנת לנצל את הפטור מתשלום שניתן למכוניות עם ארבעה אנשים ויותר. חלק מהנהגים אף שינו את מסלול הנהיגה שלהם, לכבישים אשר עוקפים את אזור האגרות בדרכם למרכז העיר, דבר אשר הוביל לגידול בגודש הכבישים הללו (מואב ושרייבר, 2017).

השפעת "אפקט המראה" לה ייחלו, בירידה עקיפה של הגודש גם בשעות הערב, לא התממשה כמצופה. דבר נוסף, בעיית גודש התחבורה לא נפתרה, היא רק ווסתה לשעות אחרות ונתיבים שונים. נהגים רבים העלו את מחיר הנסיעה שלהם, בכך שהשתמשו בכבישים עוקפים ובכך האריכו את אורך הנסיעה. כמו כן, חלה עלייה ברכישת מכוניות "טובות" על מנת להמנע מעלות האגרה. על כן, לאורך השנים בוצעו שינויים רבים באגרות על מנת לשפר את היעילות.

בשנת 1988 הוחלט להרחיב את שעות פעילות האגרה גם לשעות אחה"צ ובין השעות 19:30-16:30, זאת כיוון שלא חלה ירידה בשעות העומס כפי שקיוו. כמו כן ירדו מחירי האגרה אך בוטלו מרבית הפטורים. שינויים אלו הובילו לירדה בכ-44% בעומס התנועה בשעות הערב, וכן מהירות הנסיעה עלתה בכ-20%. ב-1994 חל שינוי דרמטי נוסף במערכת האגרות, כך ששעות חיוב האגרה נעו לאורך כל היום, בין השעות 18:30-7:30 בין הימים שני עד שישי.

מערכת ה-ALS הוכחה כיעילה ומוצלחת. היא הצליחה לרסן באופן משמעותי את עומסי הכבישים, לעלייה במהירות הנסיעה, וכן להוביל לעלייה משמעותית במעבר מתחבורה פרטית לציבורית, כאשר השימוש בתחבורה הציבורית עלה מ-33% ל-69% לאחר יישום התוכנית. אולם, מחיר האגרה שנקבע נחשב כמחיר גבוה מהמחיר האופטימלי, כיוון ששיעור הירידה בעומס עלה על השיעור הרצוי (ירידה של 45% בעומס לעומת טווח של בין 25%-30%), הדבר הוביל לשימוש לא יעיל בכבישים שהפכו לשטח לא מנוצל. ההוצאות ליישום תוכנית ה-ALS המקורית הסתכמו לכ-6.6 מיליון דולר סינגפורי והעלויות עבור השינויים הרבים שהוכנסו בשנת 1989, הסתכמו על כ-0.17 מיליון דולר סינגפורי בלבד. עלויות תפעול המעבר היו נמוכות, כך שמערכת ה-ALS הידנית והפשוטה, הצליחה להגיע לתוצאות משמעותיות בהפחתת הגודש, לצד עלויות מינימליות (Phang and Toh, 2004).

מערכת ה-ALS הייתה מוצלחת בהתמודדות עם גודשי התנועה בסינגפור. אולם, בשל כך שהיא הייתה ידנית תפעולה נעשה מסובך עם הזמן, והדבר היווה קושי הן מבחינת בעלי הרכבים והן מצד האכיפה. בנוסף, האגרה לא הביאה לתוצאות אופטימליות כיוון שהתשלום היה קבוע פר כניסה כך שאפשר נסיעה בלתי מוגבלת באזור. מתוך חסרונות אלו החליטו בסינגפור לעבור למערכת תמחור יעילה יותר. ב-1998 סינגפור החליפה את המערכת הידנית ALS למערכת תמחור אלקטרונית (ERP) (Electronic Road Pricing). עלויות ההקמה הראשוניות היו 200 מיליון דולר סינגפורי, כשמחצית מעלויות ההקמה היו להתקנת יחידת התאמה המותקנת בכל רכב. יחידות אלו היו בעלות רכיב זיהוי ייחודי לכל כלי רכב. ברכבים עצמם מותקן כרטיס הטענה חכם לתשלום עבור האגרה, כאשר הרכב עובר מתחת לפיגומים, התשלום מתבצע אוטומטית. אם בכרטיס הטענה אין מספיק כסף או אם

אין לרכב כרטיס הטענה, לוחית הרישוי נשלחת אוטומטית למתן קנס. התשלום במערכת ה- ERP הינו תלוי שימוש, כך שככל שהנהג ישתמש יותר בכביש, האגרה תגדל.

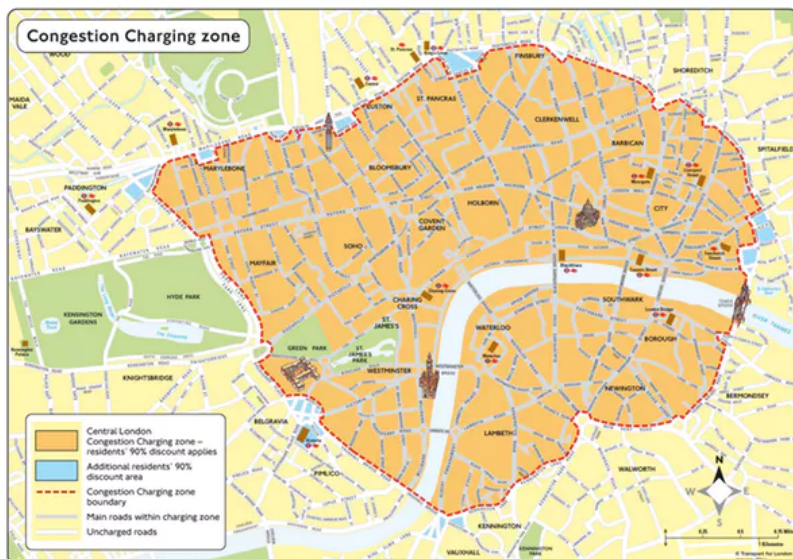
בתחילה מוקדי הפיגומים היו במקומות שבהם היו מוקדי חיוב המערכת ה- ALS, והחיובים היו נמוכים יותר. אולם, גודש התנועה צנח בין 10%-15% בשעות פעילות האגרה, בין 19:30-7:30 בימי שני עד שישי. בשנת 2003 היוו 45 פיגומים באזורים המוגבלים, בכבישים המתחברים אליו ובכבישים המהירים. כיוון שמדובר במערכת אלקטרונית המתאימה את החיוב לשעות והעומס, הצליחו בסינגפור לשמור על מהירות הנסיעה בכבישים המהירים על מהירות של בין 45-65 קמ"ש, ובתוך העיר במהירות של בין 20-30 קמ"ש (Phang and Toh, 2004).

2. לונדון

בשנת 2006 אוכלוסיית לונדון מנתה 7.9 מיליון תושבים, עם צפיפות של 4.761 לק"מ מרובע. העיר סבלה מגודש תנועה במשך תקופה ארוכה, ופתרון של אגרת גודש הוצע שנים לפני יישומה. מערכת הרחובות במרכז לונדון כמעט ולא השתנתה מאז ימי הביניים, ומאחר ולעיר יש קיבולת מוגבלת, הדבר גרם לגודש חמור. בעקבות העובדה שקיימות בעיר אלטרנטיבות נסיעה טובות, מרכז לונדון היווה מקום טוב להחלת פתרון של אגרות גודש. תושבי לונדון בילו כ-50% מזמן נסיעתם בבקרים בפקקי תנועה, כאשר זמן זה הוערך בעלות של כ-2-4 מיליון ליש"ט לשבוע.

בשנת 2003, הושקה רפורמה במטרה להפחית את עומס התנועה בתוך אזור האגרה ומחוצה לו, והייתה חלק מהאסטרטגיה של ראש העיר "לשפר את מערכת האוטובוסים, לשפר את זמן הנסיעה לרכבים פרטיים ולהפוך את החלוקה של מוצרים ושירותים שתתבצע בצורה אמינה יעילה ומקיימת". שטח אזור האגרה כולל גודל של כ-22 קמ"ר (1.3% מכלל השטח של לונדון) ובתוכו אזורי מסחר מרכזיים. התשלום נגבה בין הימים שני-שישי

בין השעות 7:00 ל-18:30, דרך 170 כניסות לעיר, בעלות של תעריף קבוע של 5 ליש"ט, שעלה ל-11.5 ליש"ט (הנהוג כיום). תושבי האזור זכו ל-90% הנחה באגרת הכניסה. מאחר ולונדון סבלה מעומסי תנועה לאורך כל שעות היום, לא היה צורך בתעריף משתנה. ההכנסות מהאגרה הוקדשו לשיפור מערכת התחבורה בעיר - שיפור התשתית העירונית, שיפור התחבורה הציבורית ועידוד הליכה ורכיבה על אופניים.



נלקח מתוך: The Conversation, 2019

כבר בשנה הראשונה לרפורמה התנועה בעיר פחתה ב-14%, המהירות הממוצעת עלתה מ-14 ל-17 קמ"ש (עלייה של 21%) והגודש – שמוגדר כזמן הנסיעה הנוסף כתוצאה מעומס הרכבים, פחת ב-30% כך שהנסיעות הפכו למהירות, קלות ואמינות יותר. מתוך כ-70,000 מכוניות שנמנעו מלהיכנס למרכז לונדון בממוצע ביום, -50% 60% החליפו לתחבורה ציבורית, 20%-30% הסיטו את כיוון הנסיעה שלהם לדרכים חלופיות ו-15%-25% מצאו פתרונות חלופיים כמו הליכה, רכיבה, אופנועים ועוד.

האגרה בלונדון הצליחה מסיבה עיקרית אחת – היא הייתה חלק אחד ממאמץ כולל לשפר את חווית הנסיעה ברחבי העיר. ביום בו חלה האגרה, צורפו כ-300 (עלייה של 23%) אוטובוסים למערך הקיים על מנת לספק אלטרנטיבה ראויה ולעמוד בביקוש לתחבורה ציבורית. את הביקוש החדש פתרו באמצעות אוטובוסים גדולים יותר, תדירות גבוהה ומסלולים חדשים. כעת הנוסעים באוטובוסים חוו נסיעות אמינות יותר כאשר גם זמן ההמתנה לאוטובוסים בתחנות הופחת בשליש. יותר מ-29,000 נוסעים נוספים הצטרפו לשירותי התחבורה הציבורית בתקופה זו.

שנת 2007 אל מול שנת 2002 (טרם החלת הרפורמה) מראה הפחתה של 16% במספר הכולל של הרכבים והפחתה של 29% ברכבים החייבים באגרה. עם זאת, גודש התנועה והמהירות הממוצעת ראו מגמה שלילית עד שחזרו לרמתם המקורית בשנת 2008. עובדה זו נקשרת לפגיעה ביכולת הקיבולת של הכבישים עקב עבודות והעתקת שטחי נסיעה עבור מסלולי אוטובוסים, רוכבי אופניים והולכי רגל. בטבלאות הבאות ניתן לראות את השינויים לאורך השנים במספר הרכבים, מהירות הנסיעה, זמן הנסיעה והגודש (TFL, 2008).

Table 3.1 Key year-on-year changes to traffic entering the central London charging zone during charging hours, 07:00-18:00.

	2003 vs 2002	2004 vs 2003	2005 vs 2004	2006 vs 2005	2007 vs 2006	2007 vs 2002
All vehicles	-14%	0%	-2%	0%	0%	-16%
Four or more wheels	-18%	-1%	-2%	-1%	0%	-21%
Potentially chargeable	-27%	-1%	-3%	0%	1%	-29%
- Cars and minicabs	-33%	-1%	-3%	-1%	0%	-36%
- Vans	-11%	-1%	-4%	2%	1%	-13%
- Lorries and other	-10%	-5%	-4%	6%	9%	-5%
Non chargeable	17%	1%	-1%	-1%	-1%	15%
- Licensed taxis	17%	-1%	1%	-3%	-5%	7%
- Buses and coaches	23%	8%	-4%	-3%	5%	31%
- Powered two-wheelers	13%	-2%	-9%	0%	-3%	-3%
- Pedal cycles	20%	8%	7%	7%	12%	66%

<u>Average Speeds for charging hours (km/h)</u>						
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
14	17	17	16	15	14	14
<u>Mean Excess travel rate (min/km)</u>						
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
2.3	1.6	1.6	1.8	2.1	2.3	2.3
<u>Congestion relatively to 2002</u>						
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
0	-30%	-30%	-22%	-8%	0%	0%

Table 5 – Average speeds and average congestion measured inside the charging zone. Note, data for 2008 are only January-April. (Adapted from TfL, 2007a, 2008, p.57)

מעולם לא היה משאל עם לגבי הטמעת אגרת הגודש. היא הייתה חלק ממצע הבחירות של ראש העיר בשנת 2000. עם זאת, הציבור היה שותף להתייעצויות לגבי רמת הגבייה, הזמן וקנה המידה של הרפורמה. מספר התומכים טרם הרפורמה עמד על כ-40% והיה זהה למספר המתנגדים. עם זאת, לאחר הטמעת האגרה, מספר התומכים עלה עד לשיא של 59%.

מבחינה כלכלית, לא נראתה השפעה ברורה על העסקים במרכז לונדון. בין השנים 2003-2008 עסקים בתוך אזור הגבייה חוו מגמות דומות לאזורים אחרים בלונדון, ולא נחזה ששוק הנדל"ן הושפע מהשינוי בשיטת המיסוי. לעומת זאת, מבחינה סביבתית נמצא כי ע"י הקטנת נפח התנועה ושיפור יעילות מערך התחבורה, אגרת הגודש הייתה אחראית באופן ישיר על הפחתה של 8% פליטות תחמוצות חנקן, 7% של חלקיקי PM10 ו-16% של פליטות פחמן דו חמצני (Jarl, 2009).

יתרונות וחסרונות

היתרון הבולט ביותר ביישום נכון של אגרת גודש הינו השפעה חיובית על גודש התחבורה באזור האגרה. כפי שנראה מסקירת מקרי הבוחן, יישום שימוש באגרות גודש מהווה הפחתה משמעותית של גודש התחבורה באזור האגרה וכתוצאה מכך גם עלייה במהירות הממוצעת באותו אזור. לירידה בגודש ישנה גם השפעה חיובית של צמצום רעש התחבורה באזור האגרה, ומכאן אף לעלייה בערכי הדירות. יתרון נוסף הינו אפשרויות השימוש בכספי האגרה לשימושים ציבוריים שונים. כספי האגרה לא בהכרח נופלים "כנטל" על האזרחים. מדובר על תשלום על שירות מסויים, כניסה לעיר מרכזית, שימוש במשאב ציבורי-כביש, על כן התשלום הינו הוגן ואפילו הכרחי במקרה זה של כשל שוק ושימוש יתר במשאב. אולם, התשלום אינו חייב בהכרח להיות מוגדר כנטל על הציבור, כספי האגרה יכולים לשמש על מנת להפחית מיסים במקומות אחרים, לשפר את מערכת התחבורה, לסבסד תחבורה ציבורית, הקמה של חניוני "חנה וסעי", סבסוד שאטלים למרכז אזור האגרה וכדומה. כספי האגרה יכולים לשמש לטובת הציבור בתחומים שונים (ברון, 2008).

כמו כן, ישנו יתרון לא מבוטל של צמצום זיהום האוויר באזור האגרה בשל ירידת עומסי התנועה (ברון, 2008). מערכת התחבורה היא המקור העיקרי לזיהום האוויר במרכזי הערים ובמרכזי אוכלוסין. הריכוזים הגבוהים של מזהמי האוויר התחבורתיים מובילים להגדלת שיעורי התחלואה והתמותה בקרב האוכלוסייה. כך שהפחתת גודש תחבורה כמובן יצמצם את פליטות מזהמי האוויר התחבורתיים והשפעות הבריאותיות הנלוות מכך. כמו כן, ההשפעה העקיפה של עלייה במהירות הנסיעה תפחית גם היא זיהום אוויר, כיוון שלמהירות הנסיעה יש השפעה על פעולות המנוע ומכאן על פליטת המזהמים. אמנם לכל דגם מכונית קיימת מהירות "אופטימלית" אחרת, בה פליטת המזהמים היא הנמוכה ביותר, אך מדובר על תחום שבין 90-60 קמ"ש (המשרד להגנ"ס). כיוון שמהירות הנסיעה בגודש נמוכה מהמהירות האופטימלית, כמובן שפליטות המזהמים גבוהות יותר. נכון לשנת 2016, המהירות הממוצעת בכניסות למטרופולין תל אביב, עומדת על 11 קמ"ש בלבד (דורי, 2016).

אולם לאגרות גודש ישנם גם חסרונות. ראשית, ישנן עלויות גבוהות הדרושות להקמת המערכת ולאחזקתה השוטפת. שנית, יישום של אגרות גודש אזוריות, עשוי לייצור עומסים תחבורתיים בגבולות אזור האגרה. כך, במקום לפתור את בעיית העומס בכבישים, הגודש מווסת לאזור אחר וזמן אחר. נקודה זו דורשת תכנון דקדקני של מערכת האגרה. החסרון העיקרי של יישום תוכניות של אגרות גודש, הנו עמידה בפני לחצים פוליטיים של בעלי עניין שונים ובמיוחד של עסקים מקומיים. הבחירה בשיטה זו כפתרון לעומסי תנועה נחשבת כמהלך פוליטי בעייתי, בעיקר בהתחשב בזמן ובמשאבים שיש להשקיע ביישום תוכניות אלה ובשל התחושה הנוצרת של הפקעת "זכות אלמנטרית" של הציבור, שימוש חופשי בשטח ציבורי. כל אלו מהווים חסמים ליישום תוכניות אגרות גודש.

על מנת ליישם תוכנית כזו, יש לוודא כבר בשלב התכנון של המערכת כי קיימות אלטרנטיבות הולמות להגעה לאזור המוגבל ברכב פרטי, בכדי לאפשר שינוי ממשי בהתנהגות המשתמשים. ללא אלטרנטיבות של תחבורה ציבורית, שיתופית, שאטלים וכדומה, לא יהיה כל שינוי בהתנהגות הפרטים. העומס עשוי לשנות זמן או מיקום, אך לא תהיה השפעה משמעותית על גודש התחבורה. שנית, כל, תיקונים חוזרים של גובה האגרה יאפשרו לאורך זמן להגיע לניצול אופטימלי של תשתיות התחבורה באזור. מחיר נמוך מדי עלול לא לפתור את בעיית גודש התחבורה, או לכל הפחות לא בצורה מהותית. מצד שני, מחיר גבוה מדי עשוי ליצור מצב שבו משאב הכביש לא יהיה מנוצל (ברון, 2008).

חלק רביעי - ניסוי נעים לירוק

בשנת 2013 החל ניסוי "נעים לירוק" שמטרתו הייתה בחינת היתכנות לשינוי בהרגלי השימוש ברכב הפרטי, במיוחד צמצום נסיעות בגודש, בדרך של תיגמול נהגים על הפחתת נסיעותיהם בתנאים אלה. בניסוי השתתפו 1,200 מתנדבים שנסיעותיהם נוטרו במהלך שנתיים. במהלך חצי השנה הראשונה נסיעותיהם תועדו, והם תוגמלו בשנה וחצי הבאות אם וככל שהפחיתו נסיעות ביחס לחצי השנה הראשונה, בעיקר באזורים ובשעות בהם קיים גודש. הניסוי נחלק לשניים: ניסוי "נעים לירוק 1" כלל נהגים שהרבו לנסוע ברכבם לאזורים גדושים ובשעות גדושות, וניסוי "נעים לירוק 2" שכלל מתנדבים שנסעו מלכתחילה פחות בגודש. לכל מתנדב חושב תקציב תקופתי, שאם עלות נסיעותיו היה נמוך מאותו תקציב, המתנדב קיבל את ההפרש לכיסו.

הרקע לניסוי

במקביל לפיתוח ותחזוק מערכת הדרכים, מדינת ישראל גובה מיסים עבור רכישת רכב ואחזקתו. היקף המיסים גבוה משמעותית מהסכומים המושקעים בפיתוח התשתיות. בשנת 2016, ענף הרכב תרם למעלה מ-40 מיליארד ש"ח לתקציב המדינה, בעוד ההשקעה בתשתיות הסתכמה ב-6 מיליארד ש"ח בלבד. המיסוי הקיים היום, מתחלק למיסים קבועים על רכישת רכבים ואגרות שונות ומיסים המותנים בנסועה. מערכת מיסוי זו אינה יעילה מאחר והיא אינה מעודדת חסכון בנסיעות, ומוטלת בצורה שאינה מצמצמת את הגודש. מטרת הניסוי היא לבחון האם תמריצים כספיים היוצרים הבדלים משמעותיים יכולים לשנות הרגלי נסיעה באופן שימתן את הגודש בדרכים.

מבנה הניסוי

בניסוי השתתפו 1,200 מתנדבים בפריסה ארצית שנסיעותיהם תועדו בכל שעות היום במהלך שנתיים. בפניהם, הוצבה טבלת מחירים לשימוש במערכת הדרכים כאשר היא מחולקת למרכזים מטרופוליניים, שוליים ואזורי פריפריה.

העלות בש"ח לק"מ נסיעה בהתאם לאזור ושעת הנסיעה

פריפריה	שולי המטרופולין	מטרופולין	
-0.10	0.30	1.50	06:45-09:30 15:30-18:30
-0.10	0	0.10	09:30-15:30 18:30-20:00
-0.10	0	0	20:00-06:45 ימי שישי, שבת, ערבי חג וחג



תוצאות הניסוי

דו"ח ניסוי 1 מציג שינוי בעל משמעות תחבורתית גבוהה בהרגלי הנסיעה של 431 מהמתנדבים. נמצא כי העלויות פחתו בין תקופת התייעוד לתקופת התגמול ב-15.2%. שיעור זה התקבל בזכות כ-43% מהמתנדבים שהפחיתו בממוצע יותר משליש מעלויות נסיעותיהם בתקופת התייעוד. מאידך, כ-50% מהמתנדבים לא הצליחו לשנות את הרגלם באופן מהותי ו-7% שינו את הרגלי נסיעתם כך שעלויות הנסיעה גדלו בין שתי התקופות. בממוצע, כל מתנדב הפחית ברמה השבועית 11 ק"מ של נסיעות באזורי גודש בשעות השיא. מקרב אלו שהפחיתו יותר משליש מעלויות נסיעותיהם נתון זה עולה ל-25 ק"מ באזורי ושעות העומס שנחסכו מהמערכת בשבוע לכל מתנדב.

ההפחתה בעלויות נעשתה דרך שינוי בזמני נסיעה וביצוען מחוץ לשעות השיא, מעבר חלקי לתחב"צ, מעבר חלקי לנסיעות משותפות ברכב פרטי ועבודה חלקית מהבית. מבין אלו ששינו את הרגלי נסיעתם, החלוקה בין שינוי זמני הנסיעה והוויתור על רכב פרטי הייתה שיוויונית, אך אלו שבחרו לוותר על הרכב, הצליחו להשיג שיעורי הפחתה גבוהים יותר.

בעת השוואת הגמישות לשינוי הרגלי נסיעה בין מתנדבי הניסוי לכלל האוכלוסייה נראה כי למתנדבי ניסוי "נעים לירוק" גמישות גבוהה יותר מהמוצע, לפיכך נדרשו התאמות בכדי להעריך את היקפי השינוי בכלל האוכלוסייה במידה ומתכונת הניסוי תורחב. מתוך שקלול שיעורי הפחתת העלויות על סמך ההבדלים בגמישות בין מתנדבי הניסוי לכלל האוכלוסייה שיעור ההפחתה הממוצע באוכלוסייה הכוללת יעמוד על 12.2% במידה והניסוי יורחב. ירידה זו היא משמעותית בביצוע נסיעות בגודש, ותיטיב מאוד עם מערכת התנועה במרכזי מטרופולינים. בנוסף, הירידה בהיקף הנסיעות בגודש של משתתפי הניסוי הייתה 16.5% שנבע בעיקרו מהפחתה של 35% מנסיעות בגודש שביצעו 45% משתתפי הניסוי.

באיור הבא, שנלקח מתוך דו"ח מסכם של תוצאות הניסוי שהאחראי על הניסוי מחברת תמ"ת (האחראית על ביצוע ואיסוף הנתונים של הניסוי) שיתף עימנו, ניתן לראות את התפלגות מתנדבי הניסוי לפי העלויות החיצוניות בשתי התקופות במרווחים של 10 ש"ח, וכן את פיזור עלויות המתנדבים בשתי התקופות (מת"ת, 2017)

הפחתה בעלויות השבועיות			גידול בעלויות השבועיות		
שיעור מכלל המתנדבים	מס' מתנדבים	סך ההפחתה בעלויות [₪]	שיעור מכלל המתנדבים	מס' מתנדבים	סך הגידול בעלויות [₪]
20.2%	87	0-10	13.0%	56	0-10
13.7%	59	10-20	9.7%	42	10-20
12.5%	54	20-30	3.0%	13	20-30
7.0%	30	30-40	0.5%	2	30-40
6.3%	27	40-50	0.9%	4	40-50
5.3%	23	50-60	0.5%	2	50-60
2.8%	12	60-70	0.2%	1	60-70
3.9%	17	מעל 70 ₪	0.5%	2	מעל 70 ₪
71.7%	309	סה"כ	28.3%	122	סה"כ



ניסוי "נעים לירוק" מדמה מצב של זיכוי מס לעומת תשלום מס (אגרת גודש), שכן התמריץ של הנהג להתנהגות רצויה הנו קבלת תשלום. שתי השיטות אמורות ליצור אפקט דומה אך נבדלות ביניהן בדרך בה השינוי מתקבל אצל הקהל ועל כמות האנשים עליה הוא משפיע. על מנת לשמור על הכנסות המדינה ללא שינוי, התמריץ המוצע לנהגים צריך להיות בצורה של תשלום מס, גם אם הוא מתקבל בצורה פחות חיובית אצל הנהגים. עם זאת, ניתן לשקול צורה של תשלום מס רק אם הגידול בתוצר כתוצאה מהפחתת הגודש יהיה גבוה מאשר ההטבה של זיכוי המס (מואב ושרייבר, 2017).

חלק חמישי - פיתוח מודל כלכלי

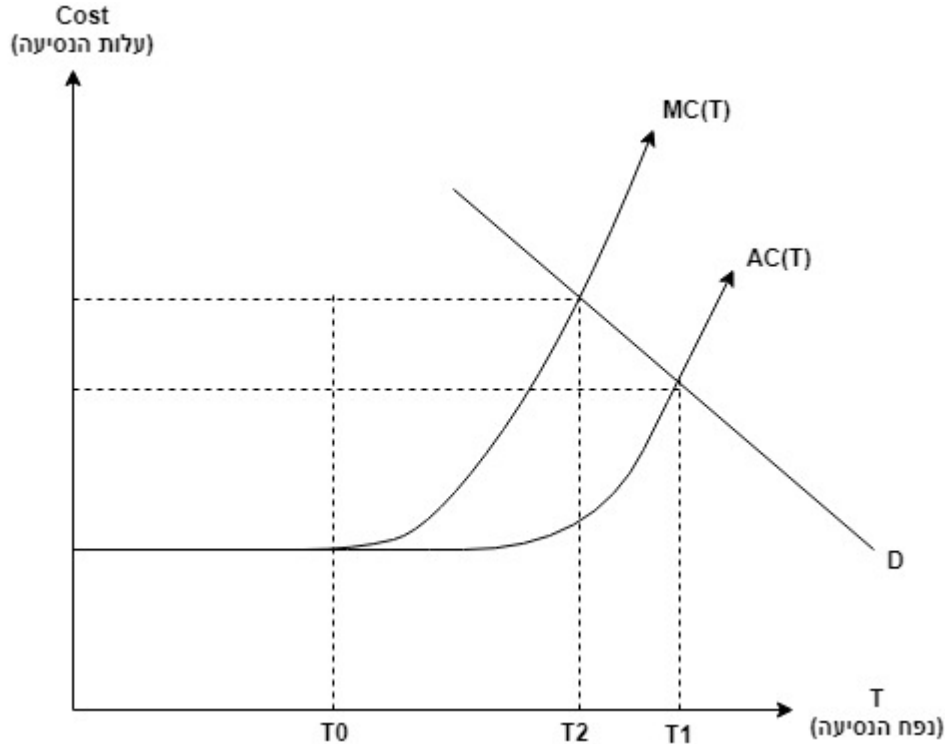
רקע ובניית המודל הכלכלי

עבודתנו עוסקת בתמונת המצב של גודש התחבורה במטרופולין תל אביב, במסגרתה ננסה לאמוד את המוכנות של אנשים לשלם עבור צמצום שהייה בפקקים. את הניתוח נבצע באמצעות מחקר שיבדוק את הנכונות לשלם עבור כל דקת נסיעה ולפיכך להבין מהו הערך עבור הפרטים בהפחתת העומסים בכבישים לכל דקת חסכון בנסיעה. אנו נאמוד את התמורה שאנשים יהיו מוכנים לשלם לקיצור זמני הנסיעה, ומכאן נוכל לחשב את הערך החברתי של קיצור זמן הנסיעה. השערותנו המרכזיות הנה כי אם מגורים קרובים לגלעין המטרופולין יקרים יותר מאשר מגורים בערים מרוחקות יותר, הדבר אומר כי אנשים מוכנים לשלם עבור הגעה מהירה יותר למקום עבודתם ולכן יהיו מוכנים לשאת בעלות של אגרות גודש על מנת לקצר את זמני ההגעה שלהם מיישובים וערים מרוחקים יותר.

בבואנו לענות על השאלה באיזו מידה משפיע זמן הנסיעה למטרופולין תל אביב על פערי מחירי הדירות בטבעות המקיפות את המטרופולין, נשתמש ברגרסיה ליניארית ונבין כיצד הפרמטרים השונים משפיעים על פער זה. במדגם נתמקד בשלוש טבעות המקיפות את מטרופולין תל אביב - פנימית, תיכונה וחיצונית. הנחתנו היא שפער המחירים בין דירות דומות במיקומים שונים בארץ נובע באופן ישיר מפרמטר זמן הנסיעה והמרחק.

כיוון שלא ניתן לפתור את בעיית הגודש באמצעות הגדלת היצע המערכת (ע"י הרחבת כבישים או שיפור תשתיות תחבורה ציבורית), וכוחות השוק אינם מאזנים את הביקושים לתחבורה, ברור הצורך בניהול ביקושים לנסיעות. ניהול הביקושים ניתן לביצוע באמצעות התערבות חיצונית שתגרום להקטנת הביקוש לנסיעות ברכב פרטי, תוך מזעור הפגיעה ברווחה החברתית. אגרות הגודש נועדו לווסת את נפח התנועה בשעות השיא ולהקטין את הביקוש לנסיעות ברכב פרטי ועל ידי כך ליצור שיווי משקל חדש. את הצורך בהטלת אגרות גודש ניתן לראות דרך הקשר שבין הביקוש לנסיעות (נפח התנועה) לעלות הנסיעה.

העקומה D מתארת את הביקוש לנסיעות. שיפוע העקומה שלילי כיוון שהיחס בין הכמות המבוקשת לעלות הנסיעה הוא יחס הפוך - ירידה בעלות הנסיעה תביא לעלייה בכמות הנסיעות המבוקשת.



העקומה $AC(T)$ מתארת את עלות הנסיעה הממוצעת כפונקציה של נפח התנועה. עלות הנסיעה מורכבת מהוצאות תפעול הרכב ועלות הזמן ולכן רגישה לשינויים במהירות הנסיעה. עד הנקודה של T_0 , מהירות הנסיעה חופשית ולכן עלות הנסיעה הממוצעת קבועה. כאשר נפח התנועה גדל מ- T_0 , מתפתחים תנאי גודש - משך הזמן מתארך והמהירות הממוצעת יורדת.

העקומה $MC(T)$ מתארת את עלות הנסיעה השולית כפונקציה של נפח התנועה. עלות הנסיעה השולית כוללת בנוסף לעלות הנסיעה הממוצעת גם את תוספת עלות העיכובים שמשמש שולי יוצא לנהגים אחרים. בקטע בו ה- AC עולה, ה- MC תמיד יהיה מעליו כך שההוצאה השולית גבוהה יותר מההוצאה הממוצעת. כאשר נפח התחבורה גדול יותר מ- T_0 , מתפתח גודש תנועה. המרחק בין MC ל- AC הוא בדיוק בגובה העלייה בעלות הנסיעה הנגרמת למשתמשים האחרים כאשר רכב נכנס למערכת. כיום, שיווי המשקל במערכת מושג בנקודת החיתוך בין עקומת הביקוש ל- AC . כאשר עקומת הביקוש חותכת את AC בקטע האופקי, אין גודש תנועה ועלות הנסיעה היא $AC(T_0)$. כאשר נפח התנועה גדול מ- T_0 , ועקומת הביקוש חותכת את $AC(T)$ בקטע העולה, שיווי המשקל זה מתקבל ב- T_1 כאשר כל כלי רכב משלם עבור הנסיעה עלות של $AC(T_1)$. ההפרש בין שתי העלויות $AC(T_1) - AC(T_0)$ מהווה את עלות הגודש הנגרמת כיום לכל כלי רכב. שיווי משקל אופטימלי מתקבל כאשר מחיר הנסיעה שווה לעלות הנסיעה השולית. עלות הנסיעה למשתמש השולי צריכה לכלול את עלות העיכובים שמשמש זה גורם לאחרים בנקודת החיתוך בין עקומת הביקוש ל- $MC(T)$.

הצורך בהטלת אגרות גודש נובע מכך שעל המשתמש השולי לשלם את העלות המלאה של הנסיעה - גם את עלות העיכובים שהוא גורם לאחרים עקב כניסתו למערכת. על כן, כאשר המשתמש ישלם את העלות המלאה של

הנסיעה, כמות הנסיעות המבוקשת תקטן ושווי המשקל יתקבל בנקודה האופטימלית למערכת (אלברט ומהלא, 1995).

מודל המחירים ההדוניים

מודל תמחור הדוני הוא מודל המזהה גורמי מחיר על פי ההנחה כי המחיר נקבע הן על ידי המאפיינים הפנימיים של "המוצר" והן על ידי גורמים חיצוניים המשפיעים עליו. מודל תמחור הדוני משמש לעיתים קרובות להערכת ערכים כמותיים עבור שירותים סביבתיים או חברתיים על מחירי השוק עבור בתים. הדוגמה השכיחה ביותר היא בשוק הדיור, כאשר מחיר הדירה נקבע על פי מאפייני הנכס עצמו (גודל, מראה, גיל), כמו גם מאפיינים של סביבתו הקרובה. מודל זה משמש להערכת המידה שבה כל גורם משפיע על מחיר הבית. בעת ביצוע המודל, אם כל הגורמים של מאפייני הנכס מוחזקים באופן קבוע, כל הפערים הנותרים במחיר יציגו הבדלים בסביבה החיצונית של הנכס (Hargrave, 2019).

בניית מסד הנתונים

על מנת לבחון את השפעת זמן הנסיעה על פערי מחירי הדיור בישראל, אספנו נתונים שונים עבור 19 ערים משנת 2019, עבור 205 תצפיות.

בחירת ערי המדגם נעשתה באופן רנדומלי לפי המיקום בטבעות סביב מטרופולין ת"א, על מנת לקחת מדגם מייצג של מרחקים שונים ממרכז תל אביב:

טבעת פנימית - רמת השרון, הרצליה, בני ברק, גבעתיים, חולון, רמת גן.

טבעת תיכונה - לוד, פתח תקווה, רחובות, ראשון לציון, נס ציונה, בת ים.

טבעת חיצונית - יבנה, שוהם, ראש העין, נתניה, כפר סבא, כפר יונה, יהוד.

לטבעות אין ייצוג כמשתנה במדגם, אלא הן משמשות לבחינת מגוון ערים ממרחקים שונים בלבד, מאחר וישנו חשש להתאמה בין משתנה המרחק לבין משתנה הטבעת.

איסוף מחירי הדירות נעשה באופן אוטומטי ע"י שיטת Scraping על נתוני מחירי דירות מתוך אתר מדל"ן. מקובץ זה מצאנו את מחיר הדירה, שטח הדירה ומס' הקומה. בנוסף, הוספנו את הדירוג הסוציאקונומי של העיר בה ממוקמת הדירה ע"פ דו"ח הרמה החברתית-כלכלית של האוכלוסייה בשנת 2013 של הלמ"ס. כמו כן, בדקנו לפי אפליקציית WAZE את זמני הנסיעה (בדק') והמרחק (בק"מ) מכתובת הדירה במדגם ועד לכתובת אחידה אחת - רוטשילד 1 תל אביב ביום ראשון בשעה 9:00, שמהווה אזור עם משרדים רבים במרכז העיר תל אביב.

מגבלות באיסוף המדגם:

1. בחירת הערים למדגם - נלקחו רק מספר של ערים לצורך הכנת המדגם שנבחרו באופן רנדומלי מתוך כל טבעת במטרופולין.
2. אחידות של מאפייני הדירה - מלבד הנתונים של שטח, מחיר ומס' הקומה, קיימים מאפיינים אחרים כמו מצב הדירה (משופצת, שמורה וכו') שעליהם לא היו קיימים נתונים ואלו מאפיינים שיכולים

להשפיע גם הם על מחיר הדירה. כמו כן, כדי להימנע מהטיה במחירי הדירות, הוחלט להשמיט דירות גן, דירות גג ופנטהאוזים.

3. אחידות שכונות - הדירות שנבחרו למדגם בכל עיר נלקחו באופן אקראי, כך שסביר להניח שנלקחו דירות ממגוון שכונות בתוך הערים. עם זאת, לא נערכה בדיקה מעמיקה האם קיים ייצוג לכל אחת מהשכונות הקיימות בכל עיר.

אופן ביצוע המחקר

במטרה לבדוק את הנכונות לשלם על זמן הנסיעה והמרחק מאזורי תעסוקה אמדנו שלוש משוואות רגרסיה על מנת לאמוד את ההשפעה של המשתנים הבלתי תלויים על הנכונות לשלם על דירה.

תחילה החלטנו לאמוד את המודלים ללא המשתנה הסוציו-אקונומי של הערים, כיוון שישנה מולטיקולנאריות בין משתנה המדד הסוציו-אקונומי של כל עיר לבין משתני הדמי של הערים עצמם. על כן, השמטנו משתנה זה והשארנו את משתני הדמי של הערים כאשר קבוצת הבסיס היתה העיר הרצליה. בנוסף, כיוון שישנה הלימה בין מרחק העיר מתל אביב לבין זמן הנסיעה, המשתנים הללו תלויים וכל אחד מהם עשוי להשפיע על מחיר הדירה, החלטנו לאמוד שלושה מודלים, האחד עם משתנה המרחק בלבד, אחד עם משתנה הזמן בלבד, והשלישי עם שני המשתנים הללו בריבוע. אולם, המשתנים יצאו לא מובהקים בכל אחד משלושת המודלים שבדקנו. נוכחנו לדעת כי מתקיימת מולטיקולנאריות בין משתני הדמי של הערים לבין המרחק מהעיר תל אביב, ולכן החלטנו להשמיט את משתני הדמי של הערים, להחזיר חזרה את משתנה המדד הסוציו-אקונומי, ולבדוק את המודל הזה עם משתנה המרחק ועם משתנה הזמן.

מודל הרגרסיה:

$$price = \beta_0 + \beta_1 * time + \beta_2 * dist + \beta_3 * size + \beta_4 * room + \beta_5 * floor + \beta_6 * socio + \varepsilon$$

המשתנה	ההסבר	ערך ממוצע	סטיית תקן
Price	מחיר הדירה	54.13	18.82
Time	זמן הנסיעה מכתובת הדירה לכתובת במרכז ת"א, בק"מ	15.31	6.99
Dist	המרחק מכתובת הדירה לכתובת במרכז ת"א, בק"מ	1985483.17	628852.18
Size	גודל הדירה במ"ר	98.01	29.18
Room	מס' החדרים	3.84	0.85

2.64	3.06	מס' הקומה	Floor
58.55	183.43	דירוג סוציאקונומי של העיר (במדד בין 1-255)	Socio

תוצאות המודל

רגרסיית level-level:

Var.	Coef.	Std.Err.	P > t
Dist	12115	160205.6	0.115
Time	-12031	7642.5	0.0001
Size	14660	3046.9	2E-16
Room	12174	1129.6	2E-16
Floor	-19103	1045.3	0.082
Socio	4134	10912.5	1.68E-14
Intercept	377329	498.6	0.0195

רגרסיית לוג המחיר:

Var.	Coef.	Std.Err.	P > t
Dist	0.0041	0.0034	0.234
Time	-0.0057	0.0014	4.75E-05
Size	0.0067	0.0005	2E-16
Room	0.0059	0.00047	2E-16
Floor	-0.0039	0.0049	0.422
Socio	0.002	0.0002	2.4E-16
Intercept	13.696	0.0723	2E-16

ממצאי המחקר

במודל "level-level" - רצינו להריץ מודל מצורה זו על מנת להבין את ההשפעה השולית של כל אחד מהמשתנים המסבירים, על המשתנה המוסבר - מחיר הדירה. רוב תוצאות הרגרסיה יצאו מובהקות ברמה של לפחות 98% פרט למשתנה המרחק שיצא מובהק ב- 88.5% ומשתנה מס' הקומה שיצא מובהק ב-91.8%. על סמך רמת מובהקות זו, ניתן להבין כי למשתנה המרחק אין השפעה על מחירי הדירות וכן למשתנה מס' הקומה. התוצאה המעניינת הייתה כי חסכון של כל דקת נסיעה מהדירה לאזור העסקים בתל אביב, הינו 12,030.8 ש"ח לחסכון בדקת נסיעה. תוצאה זו הגיונית להשערה שלנו, ומביאה איתה מסקנה מעניינת - אין זה המרחק ממרכז תל אביב המשפיע על מחיר הדירה אלא הזמן שלוקח לאנשים להגיע למרכז העיר.

במודל "log-level" - רצינו להריץ גם מודל מצורה זו על מנת להבין את שיעור השינוי של כל אחד מהמשתנים המסבירים. מתוצאות המודל, נראה כי רב המשתנים המסבירים הינם מובהקים, פרט למרחק ולקומת הדירה,

בדיוק כמו במודל ה- "level-level", כך שאנו יכולות להבין שזמן הנסיעה הוא זה שמשפיע על מחירי הדירות ולא מרחק הנסיעה. במודל זה נראה כי כל דקת נסיעה מורידה את ערך הדירה בכ-0.57%. כמוכן שגם לגודל הדירה, מספר החדרים, ומשתנה הסוציאקונומי משפיעים על מחיר הדירה, ומשתנים הללו גם יצאו מובהקים.

ניתוח הממצאים

מתוצאות המחקר נראה כי חיסכון של כל דקת נסיעה מעלה את ערך הדירה ב-12,030.8 ש"ח. ערך זה לא קצוב בזמן, אלא מוגדר כערך "אינסופי". בניסיון להבין את השלכת ערך זה על חיסכון יומי, המאפיין את סך עלות אגרת הגודש, בדקנו ראשית את החיסכון הצפוי בדקות זמן הנסיעה.

לשם כך, בדקנו מהו זמן ההגעה הממוצע למרכז תל אביב מתוך בסיס הנתונים שלנו. זמן ההגעה הממוצע הוא 54.132 דקות נסיעה. כיוון שלא בוצעה אגרת גודש בישראל, ואין לנו בסיס השערתי של חסכון בזמן נסיעה בישראל, השתמשנו במקרי הבוחן של לונדון וסינגפור ובתוצאות קיצור זמן הנסיעה בשני המקרים (21%- ו-22% בהתאמה). השתמשנו באחוז הנמוך מבין השניים והשתמשנו בו כתוצאה שתתרחש גם בישראל. החיסכון בזמן השעות כביש, מראה כי קיימת גמישות בהזזת הנסיעות של אנשים, באם מדובר בזמן הנסיעה או אלטרנטיבת הנסיעה. בהנחה כי שיעור זה יהווה את החיסכון בזמן הנסיעה למרכז תל אביב, זמן הנסיעה הממוצעת לאחר יישום אגרה בישראל תעמוד על 42.764 דקות נסיעה. כלומר, יישום אגרת גודש תביא לחיסכון ממוצע של 11.368 דקות לנסיעה בשעות העומס. כיוון שמצאנו כי עלייה בערך הדירה כתוצאה מחיסכון זמן הנסיעה בדקה הינו 12,030.8 ש"ח, חיסכון של 11.368 דקות, יעלה את ערך הדירה בכ-136,762 ש"ח. ערך זה מהווה את עליית ערך הדירה במחיר משך חיים שלם של בית. נשתמש בנוסחת קונסול- ערך נוכחי של סדרת תשלומים אינסופית, על מנת לקבל את הערך היומי של סכום זה.

נוסחת הקונסול הינה:

$$PV_0 = \frac{CF_1}{r}$$

עבור שער הריבית, השתמשנו בריבית של 3% מתוך הנחה כי היא הריבית המתאימה להיוון בשוק הנדל"ן בישראל. ריבית חסרת סיכון כיום עומדת על שיעור של 2.5%, על כן השתמשנו בריבית של 3% על מנת שתכליל בתוכה גם את הסיכון שכרוך בשוק הנדל"ן. נצא מנק' הנחה כי ריבית זו כוללת את שיעור הפחת המבטא את ירידת הערך של נכס כתוצאה מבלאי לאורך תקופת השימוש בו, כפי שנהוג בשוק הנדל"ן.

על מנת לאמוד את הריבית היומית נשתמש בנוסחת מעברי ריבית מריבית שנתית לריבית יומית:

$$r_{day} = (1 + r_{month})^{\frac{1}{365}} - 1$$

הריבית היומית הינה כ- 0.000081

לאחר מציאת הריבית היומית נשתמש בנוסחת הקונסול המופיעה מעלה, ונחשב את הנכונות לשלם על חיסכון בזמן הנסיעה של שימוש באגרות גודש- אשר עומד על סכום של כ- **11.076 ש"ח**. מאותו אופן חישוב, ניתן לראות כי צמצום דקת נסיעה ביום בעלת ערך של 0.974 ש"ח. כמובן שהנכונות לשלם שונה בין נהגים המגיעים ממרחקים שונים ובעלי זמן נסיעה שונה, אך כיוון שהמטרה באגרות גודש הינה צמצום עומס בכניסה לעיר ובתוכה, ראינו לנכון להשתמש באגרה אחידה לכל הנהגים שתבסס על הנכונות לשלם הממוצעת. אגרה שווה לכל הנהגים תגרום לכך שנהגים הבאים ממוקדים קרובים יותר (להם האגרה "יקרה") ככל הנראה יעדיפו לא לשלם את האגרה ולהשתמש באלטרנטיבות, ואילו נהגים המגיעים ממוקדים רחוקים יותר (להם האגרה "זולה") ימשיכו בשימוש רגיל. ההנחה היא כי ההפחתה הממוצעת בין כל סוגי הנהגים תגיע ל-21% הפחתה של זמן הנסיעה. בהנחה זו התבססנו על יישום תוכנית אגרות הגודש בלונדון, שם קיימת אגרה אחידה לכניסה לאזור המוגבל, ללא תלות במקור ההגעה.

כאשר מעל חצי מיליון מכוניות נכנסות לתל אביב ביום (Dori, 2016), מדובר על סכום של 5.53 מיליון ש"ח ביום שמהווה את התועלת המצרפית היומית של יישום אגרת גודש במטרופולין תל אביב. תועלת זו נגזרת מתוך הנכונות לשלם המצרפית לחסכון בזמני הנסיעה. על מנת למצוא את התועלת המצרפית השנתית, נחשב על פי מספר ימי העבודה בשנה, העומדים על כ-252 ימים (המוסד לביטוח לאומי, 2016). מכאן נגזר כי התועלת השנתית כתוצאה מיישום אגרת גודש עומדת על כ- **1.395 מיליארד ש"ח**. סכום זה מהווה את התועלת החברתית כולה כיוון שזה הסכום שאותו היו מוכנים לשלם כלל הנהגים על מנת לקצר את זמן נסיעתם. כל חצי מיליון הנוסעים הרוויחו את קיצור זמן הנסיעה, גם אם שינו את מועד הנסיעה/השתמשו באלטרנטיבה אך לא שילמו עבורה. אולם ניתן לשער כי התועלת החברתית גדולה אף יותר אם ניקח בחשבון את ההשפעות החיצוניות הנוספות של זיהום המכוניות שנחסך.

על מנת לחשב את הכנסות הממשלה מיישום אגרות גודש, אין אנו יודעים מראש את הירידה של היקף הנסיעה וכמות המשתמשים בכביש, אך ע"פ דו"ח "נעים לירוק" משנת 2016, היקף הנסיעה בגודש הצטמצם ב-16.5%. על מנת לקבל הערכה של הסכום שייכנס לקופת המדינה מאותם נהגים שבחרו להמשיך ולנסוע בשעות הגודש, נשתמש באומדן זה (שדומה בהיקפו לצמצום היקף הרכבים שהתרחש בלונדון), מדובר על סכום של 4.63 מיליון ש"ח ביום, כך שהכנסות הממשלה השנתיות מהאגרה יהיו 1.165 מיליארד ש"ח.

על מנת לבחון מהו החסכון הכלכלי במשק, רצינו לכמת את הזמן הנחסך בנסיעה לסכום של שכר ממוצע. השכר החודשי הממוצע במשק הינו 10,139 ש"ח, מספר שעות העבודה למשרה מלאה הינו 182 שעות בחודש (המוסד לביטוח לאומי, 2019). לכן, השכר הממוצע לשעה במשק עומד על 55.709 ש"ח. מכאן ניתן לראות כי חיסכון של 11.368 דקות ביום שוות ל-10.55 ש"ח בשכר לשעות עבודה. כך, חיסכון שנתי שווה מבחינת שכר לאדם כ-2,660 ש"ח. בהתייחס לחצי מיליון אנשים שנכנסים לתל אביב ברכב בשעות השיא, מדובר על חיסכון מצרפי של **1.33 מיליארד ש"ח בשנה** כתוצאה מחיסכון בהימצאות בפקקים.

ניתן לראות כי החיסכון הכלכלי במשק כתוצאה מהפחתת זמן הנסיעה בכבישים בעקבות יישום של אגרת גודש, דומה ואף נמוך מהנכונות לשלם על החיסכון בזמן הנסיעה. הסבר הגיוני לכך, הינו כי ערך הזמן עבור אנשים לא

כולל רק את הערך השכר של זמן עבודה, אלא גם ערכים של דחיפות הגעה ו/או של פנאי. נוסף על כך, ניתן להבין כי הנוסעים מוכנים לשלם עבור הדקות הנחסכות את מה שהם היו מרוויחים בשכר עבודה.

מסקנות

מתוך המודל הכלכלי, הוכחנו את השערתנו כי מרכיב זמן הנסיעה, ממקום המגורים למרכז תל אביב, בעל השפעה על מחירי הדירות. השעייה בפקקים מהווה פקטור שלילי על מחירי הדירות. אולם, נוכחנו לגלות כי בניגוד למרכיב הזמן, למרחק עצמו אין השפעה.

מתוך המודל האקונומטרי קיבלנו תוצאה כי הנכונות לשלם עבור צמצום זמני הנסיעה בכ- 11 דקות באופן יומי עומדת על כ-11 ש"ח, ובאופן מצרפי על 1.395 מיליארד ש"ח בשנה. כמו כן, יישום מדיניות אגרות הגודש במטרופולין תל אביב מהווה חיסכון כלכלי של 1.33 מיליארד ש"ח בשנה לפי השכר השעתי הממוצע במשק. מתוצאות המחקר נראה כי החיסכון הכלכלי המצרפי דומה לנכונות לשלם המצרפית ונמוך מכך במעט. סברה אפשרית לכך היא שלערך הזמן של אנשים מתווספים ערכים של דחיפות הגעה, פנאי ועוד. מכאן, ניתן לשער כי התועלת המצרפית במשק תהיה גבוהה מהחיסכון הכלכלי. כמו כן, ישנן תוספות לתועלת המצרפית מצמצום השפעות חיצוניות כמו זיהום אוויר, כתוצאה משינוי התנהגות, הקטנת הנסיעות ומעבר לתחבורה ציבורית, כפי שראינו בדו"חות "נעים לירוק".

חלק שישי - המלצות

בעיית הפקקים בעולם, ובישראל בפרט, מביאה הן לעלויות כלכליות ישירות למשק והן לעלויות חיצוניות. גודש התנועה מביא עימו איומים על איכות החיים העירוניים, המלווים בירידה במהירות הנסיעה, גידול זמן הנסיעה, גידול צריכת הדלק, זיהום סביבתי והשפעה על בריאות האנשים. כיוון שישראל הינה בעלת צפיפות הכבישים הגבוהה ביותר מבין מדינות ה-OECD, מוכרחים למצוא פתרון לבעיית גודש התנועה, אשר מחריפה משנה לשנה. כפי שהראנו בנייר מדיניות זה, אחת הדרכים לפתרון לבעיה זו, הינה באמצעות יישום תכנית אגרות גודש במטרופולין תל אביב.

אנו מאמינות כי יישום של מדיניות זו, עשוי להביא לשיפור משמעותי במצב הכבישים בישראל, ובפרט באזור תל אביב. כפי שתכניות אלו עבדו בצורה טובה ויעילה בערים אחרות בעולם, כמו סינגפור ולונדון, תכנית שכזו יכולה לעבוד בצורה יעילה גם בישראל ולהפחית את הזמן המבוזבז בכבישים בעשרות אחוזים. על מנת ליישם את אגרות הגודש בישראל בצורה מיטיבית, יש לפעול במספר מישורים בד בבד עם הנהגת מדיניות חדשה של אגרות גודש.

בהינתן מכלול הידע המקדים שאספנו ותוצאות מחקרנו גיבשנו המלצות ליישום אגרות גודש בצורה מיטיבית:

- **אזור האגרה:** יישום תכנית אגרת גודש תהיה מסביב לכניסה למטרופולין תל אביב ולכבישים המובילים לכניסה זו. אזור זה עמוס בכלי רכב, כאשר מדי יום נכנסים לתל אביב כ- 500 אלף מכוניות. כמו כן, נכון לשנת 2016, המהירות הממוצעת לנסיעות בכניסות לתל אביב הינה 11 קמ"ש בלבד. בהמשך יהיה ניתן להחיל תוכניות דומות גם בכניסות לערים מרכזיות אחרות.

- שיפור התחבורה הציבורית בישראל: קידום תכנית אגרות גודש, חייבת לבוא לצד מתן אלטרנטיבות הולמות לכניסה למרכזי הערים. על כן, חשוב עוד טרם יישום התכנית, לשפר ולקדם את התחבורה הציבורית במוקדים שונים. זאת על מנת לתת מענה יעיל ותכוף במקרים בהם נהגים יעדיפו תחבורה ציבורית על פני תשלום אגרות או ישיבה בפקקי תנועה בנתיבים חלופיים. כיוון שתכנית אגרות גודש באה במטרה לצמצם את כמות הרכבים הנמצאים בכביש בשעות היום השונות ובשעות השיא בפרט, ללא דאגה למענה הולם מצד התחבורה הציבורית, יישום של אגרות גודש לא תהיה יעילה (ברון, 2008).
- מחיר האגרה: מתוך המחקר הראנו כי הנכונות לשלם עבור צמצום זמן הנסיעה במטרופולין תל אביב עומדת על כ- 11 ש"ח ביום. מתוך כך, ניתן להבין כי אגרה נמוכה ממחיר זה לא תפחית באופן משמעותי את השהייה בפקקים. בהתאם, מחיר אגרה גבוה יותר ממחיר זה, עשוי להפחית בצורה משמעותית יותר את מספר המכוניות בכניסה למטרופולין. אולם רצוי להימנע ממחיר אגרה גבוה מדי, ולהימנע ממצב בו השימוש בכבישים הוא בחוסר, כפי שקרה בסינגפור. יחד עם זאת, אין אנו ממליצות על יישום מחיר אגרה קבוע, אלא מחיר אגרה משתנה בהתאם לאופן השימוש וזמן השימוש בכביש, כפי שנפרט בהמלצה הבאה.
- שיטת המיסוי: רצוי לאמץ תכנית אגרות גודש בשיטת "שלם כפי שאתה נוסע", בה התשלום נקבע לפי הכבישים בהם הנהגים עושים שימוש, זמן השימוש ואף כתלות בסוג הרכב בו הם נוסעים. זוהי שיטת מיסוי הוגנת יותר מהשיטה הקיימת היום, שכן בשיטה זו כל אחד משלם בהתאם לנזק שהוא משתית על הכלל, ולא בהתאם לנזק של הפרט הממוצע. שיטה זו גם יעילה יותר כיוון שבתמחור נכון, היא גורמת להפנמה של העלויות החיצוניות (מואב ושרייבר, 2017).
- פטור מתשלום האגרה: בדומה לפרויקט הנתיב המהיר, על מנת לעודד ירידה במספר המכוניות, יש לאפשר פטורים מתשלום האגרה למכוניות רבות תפוסה, למשל לרכבים בעלי תפוסה של שלושה נוסעים ומעלה (או ארבעה נוסעים ומעלה בשעות שיא). סיטואציה זו מעודדת נסיעות משותפות- "קרפול" ובכך מהווה חיסכון מהותי במספר המכוניות בכביש. כמו כן, גם תחבורה ציבורית כמו אוטובוסים ומוניות שירות יכולים ליהנות מפטור תשלום על מנת לעודד נסיעה באלטרנטיבות נסיעה הללו ללא גלגול המחיר על הצרכנים (אתר הנתיב המהיר). ישנם לחצים פוליטיים רבים אודות נושא זה של אגרות גודש, בעיקר בנושאים של צדק חברתי וגישה לכביש. מתן הפטורים יכול לאפשר עידוד נסיעה משותפת, כך שגם שכבות חלשות יותר יוכלו ליהנות מנסיעה על כבישי האגרה.
- חניוני "חנה וסע": שירות נוסף שניתן לקחת מפרויקט הנתיב המהיר ולהמליץ עליו גם בפרויקטים של אגרות גודש, הינו שירות "חנה וסע". ניתן להקים חניונים שונים, שמהם יהיו שירותי הסעות (שאטלים) למרכז העיר (אתר הנתיב המהיר). צריך לחשוב האם השאטלים הללו יהיו חנימים או מוזלים. חניוני "חנה וסע", כפי שהראנו בנייר זה, עבדו בצורה טובה בסינגפור. חניונים אלו מאפשרים כניסה נוחה

לעיר ללא תלות ברכב פרטי, דבר אשר יצמצם באופן משמעותי את הכניסה עם רכבים למרכז העיר ומכאן עשוי לצמצם את הגודש בכבישים ואת ההשפעות הנלוות אליו.

- השימוש בכספי האגרה למען הציבור: כספי האגרה יכולים לשמש לשם ירידה במיסים אחרים הקשורים לרכבים או בכלל, הם יכולים לשמש לצורך סבסוד תחבורה ציבורית, שיפורה וייעולה. כספי האגרה יכולים לשמש גם לצורך הקמת שאטלים חנימיים למרכזי הערים וכדומה. שימוש כספי האגרה למען הציבור, יכול לשנות את דעת הציבור אודות תוכניות של אגרות גודש ולהוות שיפור משמעותי בחיי התושבים.

חלק שביעי - ביבליוגרפיה:

אלברט, ג. ופרופ' מהלאל, ד. (1995). *הערכת השפעת אגרות גודש וחניה על הביקוש לנסיעות: חקר ארוע בטכניון*. מוסד שמואל נאמן.

אתר הנתיב המהיר. אוחזר מתוך <https://fastlane.co.il/park>

בר, א. (2017). *תיאור וניתוח השינוי בצפיפות הכבישים בשנים האחרונות*. הכנסת מרכז המחקר והמידע.

ברון, י. (2008). *השימוש באגרות גודש להסדרת עומסי תנועה*. מוסד שמואל נאמן.
המשרד להגנת הסביבה. (אין תאריך). *פליטות מזהמים מכלי רכב שונים*.
<http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/SvivaAir/CarPollution/Types/Pages/default.aspx>

המשרד להגנת הסביבה (אין תאריך). *בריאות וסביבה- זיהום אוויר מתחבורה*.
<http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/HealthEnvironment/Health-Environment-Israel/Pages/HE-Air-Pollution-Transportation.aspx>

דורי, א. (2016). *11 קמ"ש וזו רק ההתחלה: המספרים שמאחורי הקטסטרופה בתחבורה*. דה מרקר.
<https://www.themarker.com/dynamo/cars/1.3065094>

הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. (2013). *דו"ח דירוג חברתי-כלכלי של רשויות מקומיות בישראל*.

המוסד לביטוח לאומי. (2016). *לוח ימי עבודה לשנת 2016*.

המוסד לביטוח לאומי. (2019). *שכר ממוצע לפי סעיפים 1 ו-2 לחוק הביטוח הלאומי*.
<https://www.btl.gov.il/Mediniyut/GeneralData/Pages/%D7%A9%D7%9B%D7%A8%20%D7%9E%D7%95%D7%A6%D7%A2.aspx>

חזות, א. כהן, י. ופרופ' שיפטן, י. (2016). *נעים לירוק- ניסוי בשינוי הרגלי הנסיעה*. נעים לירוק.

כבל, א. (2018). *ישראל עומדת- קידום התחבורה הציבורית בישראל*. הכנסת ועדת הכלכלה.

מואב, ע. ושרייבר, ש. (2017). *כיצד ניתן לצמצם את הצפיפות בכבישים על ידי אימוץ אגרות גודש*. מכון אהרון.

מת"ת- מרכז תכנון תחבורה בע"מ. (2017). *תוצאות ניסוי "נעים לירוק 1" והערכת משמעותם ביישום רחב*.

מת"ת- מרכז תכנון ותחבורה בע"מ. (2018). *מעקב אחר הרגלי נסיעתם של מתנדבי ניסוי "נעים לירוק 2"*.

נעים לירוק. (2016). *תוצאות בנייים של ניסוי נעים לירוק – הקדמה*.
צירטוף, י. ואגמון, ת. (2011). *שיטות מיסוי להגבלת הגודש בכבישים*. הכנסת, מרכז המחקר והמידע, המחלקה לפיתוח תקציבי.

שמיל, ד. (2013). *יקר לעקוף את הפקק: מחיר המקסימום בנתיב המהיר עולה ל-85 שקל*. אוהור מתוך
<https://www.themarket.com/dynamo/1.2080836>

Bouton, S., Knupfer, S., Mihov, I. & Swartz, S. (2015). *Urban mobility at a tipping point*.
Mckinsey & Company.
<https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/urban-mobility-at-a-tipping-point>

Bull, A. (2003). *Traffic congestion: The problem and how to deal with it*. United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean.

Center for Economics and Business Research (2014). *The future economic and environmental costs of gridlock in 2030*. Report for INRIX.

Dori, O. (2016). *Driving to Work in Tel Aviv at Seven Miles per Hour: The Number Behind Israel's Traffic Woes*. HAARETZ.
<https://www.haaretz.com/israel-news/business/the-numbers-behind-israel-s-traffic-woes-1.5435662>

Hargrave M. (2019). *Hedonic pricing*.
<https://www.investopedia.com/terms/h/hedonicpricing.asp>

Jarl, V. (2009). *Congestion pricing in urban areas: theory and case studies*. Lunds University.

Litman, T. (2018). *Smart congestion relief: Comprehensive analysis of traffic congestion costs and congestion reduction benefits*.

Phang, S. Y., & Toh, R. S. (2004). *Road congestion pricing in Singapore: 1975 to 2003*. *Transportation Journal*, 16-25.

Transport for London. (2008). **Central London – Congestion Charging.**

United Nations. (2018). *Around 2.5 billion more people will be living in cities by 2050, projects new UN report.* Department of Economic and Social Affairs.
<https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-world-urbanization-prospects.html>