

מחלקת המחקר



בנק ישראל

השקעה בתשתית תחבורתית, יוממות ושכר

רוני פריש ושי צור¹

סדרת מאמרים לדיון 2008.03
אפריל 2008

¹ מחלקת המחקר, בנק ישראל. <http://www.boi.gov.il>
רוני פריש ronnif@bankisrael.gov.il טלפון – 02-6552670
שי צור shaytsur@boi.gov.il טלפון – 02-6552689
אנו מודים לקובי ברוידא ולעמית פרידמן על הערותיהם המועילות.

הדעות המובאות במאמר זה אינן משקפות בהכרח את עמדת בנק ישראל

תקציר

עבודה זו בוחנת את התרומה של השקעות בכבישים ורכבות להגדלת הפעילות הכלכלית בישראל. התמקדנו בבחינת תרומתן להגדלת תנועת היוממים – נסיעה יומיומית של אנשים למקום עבודתם הנמצא מחוץ לאזור מגוריהם – זאת משום שצוואר הבקבוק של מערכת התחבורה הוא בשעות הבוקר ואחה"צ. אמידת המודל ברמת אזור טבעי (בישראל 50 אזורים כאלה) העלתה שסך ההשקעות בתשתית במהלך השנים 1993 עד 2003 מסבירות כשני שלישים מהגידול הכולל בתנועת היוממות שהסתכמה ב-240 אלף איש; עיקר הגידול נימצא בקרב גברים. בדיקה נוספת נעזרה בנתוני האזורים השונים ובחנה את השפעת סך ההשקעות בכבישים בשנים 1992-2004 על השכר של גברים. נימצא שסך ההשקעות בכבישים העלו את השכר ב-10-14 אחוזים.

Transport Infrastructure Investment, Commuting, and Wages

Frish roni and Tsur shay¹

Abstract

Transport infrastructures enhance product by improving firms' access to potential workers, customers, and suppliers. This study estimated the contribution of road and rail investments to the enhancement of firms' access to workers, allowing existing human capital to be used more efficiently and making it possible to narrow wage disparities between periphery and center. Notably, most of the harm caused by inadequate infrastructure relates to workers' access to firms, whereas firms can redirect their activity vis-à-vis customers and suppliers to off-peak times of day.

The study, examined the effect of road and rail investment on the change in commuting between origin regions and destination regions in fifty regions in Israel. We found Several factors caused commuting to expand beyond the increase derived from population growth: an increase in road investment in the origin region and an increase in road investment in destination regions that are metropolitan, that are connected to the national railroad system, and that are traversed by the Cross-Israel Highway. The cumulative investment in transport infrastructure between 1993 and 2003 explains about two-thirds of the total increase in commuting, which added up to 240,000 persons. Examining the effect of countrywide road investment on men's wages, we found that the total road investment in 1992–2004 increased men's average wages by 10 percent.

¹We are grateful to Jakob Braude and Amit Friedman.

1. מבוא

להשקעה בתשתיות של תחבורה יבשתית נודעת חשיבות רבה בפיתוח כלכלה מודרנית ובהקטנת הפערים הכלכליים בין הפריפריה למרכז. על חשיבות הנושא תמיד תוכנית אסטרטגית שגיבש צוות פרופסורים לכלכלה עבור ממשלת ישראל¹, הצוות ייחס חשיבות עליונה לנושאי החינוך ותשתיות התחבורה: "מהפכה של ממש הייתה מתרחשת במדינת ישראל לו היה חינוך ברמה גבוהה בכל יישוב, ולעובדים הייתה נגישות למרכזי הכשרה מקצועיים מתאימים ולרוב מקומות העבודה... בניית תשתית תחבורה טובה ומהירה שתקשר את יישובי הפריפריה למרכזי הערים הגדולות תוכל לסייע רבות להקטנת הניכור ולסגירת פערים בפועל" (הכוונה לפערים בין הפריפריה והמרכז). לדעת הצוות, ישראל מתאפיינת בפערים כלכליים ניכרים בין הפריפריה למרכז הארץ, ואילו מלאי ההון של תשתיות התחבורה בישראל נמוך בהרבה מן הרצוי ומן המקובל במדינות המפותחות. שיפור מלאי ההון יהפוך את הפריפריה והמרכז לאזור כלכלי אחד, שכן המרחקים הגיאוגרפיים ממרכז הארץ אינם גדולים מאלה של פרברי מגורים ומרכזי תעסוקה בארה"ב (למעט יישובים שמדרום לבאר שבע).

התרומה של תשתית כבישים יעילה נובעת משיפור הגישה של הפירמות ללקוחות (שווקים), לספקים ולעובדים פוטנציאליים: גישה לשווקים מרוחקים מאפשרת להגדיל את המכירות, ובכך לנצל יתרונות לגודל; גישה מהירה וסדירה לספקים מאפשרת לאמץ שיטות ייצור יעילות וחסכוניות במלאים; הגישה לעובדים מרוחקים מאפשר ניצול יעיל יותר של ההון האנושי הקיים במשק. עבודה זו תתמקד בתרומת תשתית התחבורה לשיפור הגישה (הנגישות) בין הפירמות לעובדים. בכלכלה המודרנית, העתירה בידע ובמומחיות, עשוי להיות ערך רב לזיווג בין עובד מומחה לפירמה הזקוקה לידע ספציפי. (בעוד שהחשיבות של חיסכון בעלויות ההובלה של תשומות ותפוקות פוחתת). תשתית תחבורתית יעילה מאפשרת לזווג בין עובדים ופירמות שהמרחק הגיאוגרפי ביניהם גדול, ומכאן חשיבותה.

מחקר זה יאמוד את השפעת ההשקעה בכבישים ורכבות על היקף תופעת היוממות² בעזרת מודל הגרביטציה. מודל הגרביטציה אומד את היקף היוממות בין אזור מוצא לאזור יעד בעזרת שלושה משתנים מסבירים בסיסיים: גודל האוכלוסייה (או היקף הפעילות הכלכלית) באזור המוצא, גודל האוכלוסייה (או היקף הפעילות הכלכלית) באזור היעד והמרחק בין אזור המוצא לאזור היעד. המודל יכול משתנים מסבירים נוספים, ועיקר ענייננו יהיה בבחינת השפעת מלאי ההון כבישים ורכבות (להלן מלאי הון) על היקף היוממות בין אזורי המוצא והיעד. לאמידת תרומתן של ההשקעות בתשתית תחבורתית לתנועות העובדים בעזרת מודל הגרביטציה שני יתרונות חשובים: ראשית, המודל מאפשר לאמוד באופן ישיר את הערוץ העיקרי שבאמצעותו ההשקעות בכבישים משפיעות על התוצר – באמצעות הגדלת ניידות העובדים. כידוע, צוואר הבקבוק של מערכת הכבישים הוא בשעות הבוקר ואחר הצהריים כשמרבית היוממים עושים את דרכם למקום עבודתם וממנו – על פי סקרי הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה 47 אחוזים מסך הנסיעות מתבצעות ב-6 שעות בלבד: 6.00-9.00 ו-15.00-18.00. עיקר ההשפעה של

¹ המסמך בשם 'עדיפויות לאומיות בתחום החברתי כלכלי' נכתב עבור ראש הממשלה אהוד ברק בשנת 2000 בראש הצוות עמד הפרופסור חיים בן שחר.

² נסיעה יומימית של אנשים למקום עבודה הנמצא מחוץ לאזור המגורים.

השקעה נוספת בכבישים וברכבות להגדלת התוצר תנבע, לדעתנו, מהגדלת השימוש בתשתית התחבורה בשעות השיא (לצורכי יוממות), בעוד שבשעות האחרות הכבישים אינם בבחינת מגבלה אפקטיבית להגדלת הפעילות הכלכלית³. יתרון נוסף של מודל הגרביטציה נובע מניצול השונות בהשקעה בכבישים ובדפוסי הניידות בין אזורים שונים בארץ, בדרך זו אנו יכולים לנטרל שורה ארוכה של גורמים מקרו-כלכליים המשפיעים על דפוסי הניידות כגון, מחירי אחזקת הרכב והדלק, מחזורי עסקים ועוד.

לאורך השנים מלאי ההון ותנועת היוממים מתאימים את עצמם זה לזה. אולם, המתאם החיובי, שיתקבל במודל הסטנדרטי, בין מלאי ההון לתנועת היוממים איננו מלמד בהכרח על כיוון הסיבתיות: האם מלאי ההון התאים עצמו לדפוסי היוממות, או שדפוסי היוממות הם שהתאימו את עצמם למלאי ההון⁴. כדי לבודד את השפעת מלאי ההון על היוממות נאמוד את המודל הגרביטציה ביחס לנקודת זמן בעבר, כלומר נסביר את תנועת היוממים בהווה (בשנת 2003) בעזרת תנועת היוממים בעבר (בשנת 1993) ובעזרת ה**שינוי** במלאי ההון (כלומר, בהשקעה בכבישים ורכבות במהלך השנים 1993-2003). תנועת היוממים בפיגור של עשור נבחרה כפשרה בין שתי מגבלות: מחד גיסא, משך ההבשלה הארוך של פרויקטי תחבורה בישראל (כ-5 שנים בערך עד לסיום פרויקט) מחייב בחירת תקופת זמן קדומה יחסית, שתאפשר את השלמת הפרויקטים ואת התאמת תנועות היוממות אליהם; מאידך, אין לבחור תקופת זמן קדומה מדי, שאיננה רלוונטית בהסבר תנועות היוממות בהווה ואיננה מסייעת בפיתרון הבעיה של השמטת משתנים. השמטת משתנים הרלוונטיים להסבר תנועות היוממות (כגון התוצר המקומי של אזור היעד) עלולה להטות את תוצאות הרגרסיה; הכללת היוממות בפיגור היא תחליף למשתנים המושמטים, משום שמשתנים אלו השפיעו גם על דפוסי היוממות בעבר⁵. בעיה נוספת בבחירת תקופת זמן קדומה מדי נובעת מהגירה בין האזורים שעשויה לשנות את הרכב האוכלוסייה באזורים השונים, אך הפיקוח על תכונות הפרטים מקהה בעיה זו.

אמידת הערך המוסף של תנועות היוממים מציבה בפנינו קושי מהותי, משום שמודל גרביטציה אומד את היקף התנועות ולא את ערכן המוסף. תופעה דומה קיימת באמידת תנועות הסחר הבין-לאומיות באמצעות מודל הגרביטציה; המודל מסביר את היקף תנועות הסחר, אך הוא איננו עונה על השאלה כמה תרם גידול הסחר הבין-לאומי לתוצר. הדעה הרווחת היא שגידול הסחר מגדיל את התוצר, אך אמידת גודל ההשפעה היא נושא למחקרים רבים. ישנם גם מקרים יוצאים מן הכלל, שבהם מגבלות בסחר החוץ (לדוגמה, אמברגו על מכירת נשק למדינה מסוימת) יובילו להקמת תעשייה חדשה בעלת פוטנציאל למידה גבוהה, וזו תעלה את המשק על מסלול צמיחה משופר. בהקבלה, ייתכן שחוסר השקעה בכבישים, בין שתי

³ אמנם להשקעה בכבישים תרומה להוזלת עלויות השינוע של סחורות וחומרי גלם אך לרוב ניתן לבצע פעילות זו גם מחוץ לשעות העומס. להוזלת עלויות שינוע המטענים משמעות מוגבלת משום שמרבית התוצר בישראל נובע משירותים ומתעשייה מתקדמת וחלק קטן בלבד מהתוצר בישראל נובע מתעשיות כבדות ואחרות שבהן עלויות ההובלה משמעותיות.

⁴ לדוגמה, מלאי ההון הכבישים הרב באזורי מטרופולין הוא במידה רבה תוצאה של תנועת היוממות ולא הגורם לתנועת היוממות.

⁵ עם זאת עדיין תיתכן הטיה בשל השמטת המשתנים שמסבירים את ה**שינוי** בדפוסי היוממות. המודל יוכל להצביע על קשר סיבתי בין ההשקעה בכבישים ורכבות ובין היוממות אם ההשקעה נקבעת על פי עומסי התחבורה בהווה ועל פי ציפיות לעתיד שהתממשו (כגון ציפיות לגבי גודל האוכלוסייה בשנת 2003). אם ההשקעה בכבישים נקבעת באמצעות ציפיות להתפתחות עומסי התנועה, וציפיות אלו מתבססות על משתנים שאינם נכללים במודל, הרי שבעיית הטיית המקדמים (ובעיית האנדוגניות) לא תיפתר לחלוטין.

ערים שתנועת היוממות ביניהן דו-סטריט, תניע עובדים משתי הערים להעתיק את מגוריהם ולהתגורר ליד מקום עבודתם – דבר שעשוי להגדיל את מספר שעות העבודה, (על חשבון זמן הנסיעה) את התוצר, ואת הרווחה. כדי לאשש את ההשערה שהגדלת הנגישות תורמת לתוצר נבחן את ההשערה שההשקעה בכבישים מעלה את שכר העבודה.⁶

עבודה זו בודקת כיצד השכר באזור מסוים (להלן האזור הנחקר) מושפע מהשקעה בכבישים באזור עצמו ובאזור היעד העיקרי שלו – אזור היעד העיקרי האזור שאליו מיוממים מרבית היוממים המתגוררים באזור הנחקר. עבודות שונות בעולם אמדו את התרומה של השקעה אזורית בכבישים לגידול התעסוקה, התוצר והשכר באותו אזור. עבודה זו תתמקד בבחינת השכר בלבד – בשל העדר נתונים על התוצר האזורי, ומשום ששיעורי התעסוקה של בעלי הפוטנציאל יוממות גבוהים ויציבים מאוד. ההשקעה בכבישים באזור תשפיע על השכר באזור עצמו ובאזורים אחרים הקשורים עמו בקשרי יוממות. אנו נבחן את ההשפעה על השכר באזור עצמו ובאזור היעד העיקרי שלו בלבד, שכן מגבלת נתונים איננה מאפשרת להרחיב את המחקר לאזורי יעד נוספים. נציין שההשפעה על השכר באזור עצמו איננה בהכרח חיובית; שכן ההשקעה בכבישים תגדיל גם את היוממות הנכנסת, וזו פועלת להורדת השכר באזור.

למרות הקשיים בכרוכים במודל גרביטציה העדפנו אותו על אמידת פונקציית ייצור, שהיא הדרך המקובלת יותר לאמידת תרומת השקעה בתשתיות לתוצר מאז עבודתו של Aschauer (1989). פונקציית הייצור אומדת את התוצר העסקי של כלל המשק באמצעות כמות ההון והעבודה, איכות ההון והעבודה ומשתנים נוספים, ביניהם ההון התשתיתי. הבעייתיות באמידה כזאת בישראל נובעת מהתנודתיות הרבה של התוצר העסקי, מחד גיסא, ומהיציבות הרבה של מלאי הון הכבישים מאידך. כך, למשל, התנודה המקסימלית של ההשקעה בכבישים בעשור האחרון היא 0.3 אחוז תוצר⁷. (ההשקעה בכבישים נעה בין 0.6 ל-0.9 אחוז תוצר) ההשפעה הצפויה של תנודה זו על התוצר קטנה מ-0.05 אחוז תוצר (בהנחה כי שיעור התשואה השנתי הוא 15 אחוזים על ההשקעה בכבישים); מובן שקשה לבודד השפעה בסדר גודל כזה בעזרת אמידת פונקציית ייצור. נוסף על כך יש חשש למציאת קשר מדומה בין ההשקעה בכבישים לתוצר העסקי מכמה סיבות: משום שהצמיחה הכלכלית מגדילה את העודף התקציבי ומאפשרת לממשלה להגדיל את ההשקעה בכבישים; משום שהגדלת ההשקעה בכבישים עשויה להיות חלק ממדיניות ממשלתית כוללת לעידוד הצמיחה שיתר רכיביה לא ייכללו בפונקציית הייצור; משום שהן התוצר והן מלאי ההון כבישים גדלים על פני זמן (משתנים לא סטציונריים). בעיה נוספת המקשה על האמידה נובעת מהעובדה שהשלמת פרויקטים תחבורתיים מתפרסת על שנים רבות, ורק בסופן ניתן לצפות לגידול התוצר (הבעיה נובעת מחוסר הסדירות בעיתוי הבשלת ההשקעות תחבורתיות).

רבים רואים את היוממות כתופעה מזיקה, וכך גם את ההשקעה בכבישים. אכן, ליוממות עלויות לא-מבוטלות: אובדן זמן הנסיעה, הוצאות ישירות על דלק ובלאי, סיכון להיפגע בתאונות, השלכת בריאותיות ונפשיות מהמתנה ממושכת בפקקים ועוד. למרות חסרונותיה, נראה שהיוממות משפרת את

⁶ לא ניתן לבחון את הקשר שבין העלייה בשיעור היוממים לצמיחה כלכלית מפני החשש ששני המשתנים הושפעו מזעזוע אקסוגני לאזור. לדוגמה; הרעה במצב הביטחוני בירושלים תקטין את הפעילות הכלכלית בעיר ותקטין את היוממות אליה, אך במקרה כזה אין קשר סיבתי בין הירידה ביוממות לירידה בפעילות הכלכלית.
⁷ כמעט בכל השנים התנודה היא עד 0.1 אחוז תוצר בלבד.

מצבם של היוממים שאם לא כן לא היו בוחרים באופציה זו (גישת ההעדפה הנגלית) שכן יש לזכור שהם נושאים בעיקר נזקייה⁸. אמנם, חלק מעלויות היוממות מוטלות על הציבור הרחב – בעיקר זיהום אוויר, רעש והגדלת הגודש בכבישים – אך יש לזכור שהיוממים מפצים את הציבור באמצעות תשלום מסים המוטלים על הדלק והרכב, וכי היוממים כקבוצה נושאים בעיקר הנטל של הגודש שהם עצמם יוצרים. תופעה שלילית נוספת הקשורה בהשקעה בכבישים היא השפעתה על המבנה העירוני: מעיר צפופה ובתוכה מרכז עירוני ראשי, שבו מתנהלת עיקר הפעילות הכלכלית, להתפתחות שכונות מגורים מרוחקות, שבקרבתן מוקמים מוקדי פעילות נפרדים רבים. המעבר מהמודל המרוכז למפוזר פוגע בסופו של דבר בתושבים, משום שהיעילות של התחבורה הציבורית פוחתת, ההסתמכות על הרכב הפרטי גוברת, ועלויות הגודש גדלות; הרצון להקטין את עלויות הגודש באמצעות השקעות נוספות בכבישים מוביל לעלייה נוספת של הביקוש לדיור בפרברים, שמובילה שוב להיחלשות המרכז העירוני ולהגדלת הגודש, וחוזר חלילה. ההשלכות ארוכות הטווח של ההשקעות בכבישים על המבנה העירוני הן סבוכות, ועבודה זו תתעלם מהן – כדי לצמצם את יריעת המחקר, ומשום שהפרבור נגזר בראש ובראשונה מהחלטות של תכנון אורבני ולא מהחלטות על סלילת כבישים; סלילת כביש עלולה להגדיל את הביקוש לדיור בפרברים, אך בהעדר אישורי בנייה מרשויות התכנון לא תהיה בנייה נוספת בפרברים.

בעבודה זו נימצא שההשקעות בכבישים ורכבות בשנים 1993 עד 2003 הגדילו את תנועת היוממים בכ-160 אלף איש (14 אלף מהם – כתוצאה מההשקעות ברכבת) והן מסבירות שני שלישים מהגידול הכולל של מספר היוממים. כמו כן נמצא שהשקעות ממשלתיות בכבישים תורמות בעיקר להגדלת היוממות בין אזורים טבעיים צמודים; ואילו תרומתן להגדלת היוממות בין אזורים מרוחקים יותר קטנה יחסית. לעומת זאת, השפעת הרכבת ניכרת בעיקר בחיבור של אזורים מרוחקים ואזורים שאינם צמודים. תוצאה חשובה נוספת, היא שסך ההשקעות בכבישים בשנים 1993 עד 2003 תרמו לעליית השכר 10-14 אחוזים בקרב גברים. עלייה זו נובעת מההשקעה בכבישים באזור עצמו ובאזור היעד העיקרי שלו, אך איננה כוללת את התרומה של אזורי יעד משניים.

בעבודה זו שבעה פרקים. פרק 2 מוקדש לסקירת ספרות תמציתית, פרק 3 לתיאור הנתונים ולסטטיסטיקה תיאורית, פרק 4 יבחן את השפעת ההשקעות בכבישים ורכבות על היוממות באמצעות מודל הגרביטציה, פרק 5 יבחן את השפעת ההשקעות בכבישים על השכר ופרק 6 יסכם.

2. סקירת ספרות

בישראל נערכו שלושה מחקרים, שאמדו את השפעת מלאי הון התשתית בעזרת פונקציית ייצור. ברגמן ומרום (1993) אמדו את השפעת מלאי הון התשתית על התוצר העסקי בישראל. מלאי הון התשתית כלל כבישים, תקשורת, חשמל, ביוב, רכבת ונמלי ים ואוויר. בסיס הנתונים הכיל נתוני פנל ל-7 שנים נבחרות בין 1958 לבין 1988, ובעזרתם נאמדה פונקציית ייצור קוב-דאגלס, שכללה הון פיזי, עבודה, הון אנושי, מדדי פתיחות לסחר בין לאומי וכן את מלאי הון התשתית. בעבודה נמצאו שיעורי תשואה גבוהים מאוד

⁸ במחקר נמצא שכאשר ייתר הדברים קבועים, שביעות הרצון מהחיים של היוממים נמוכה יותר (Frey and Stutzer (2004)), תופעה שהוצגה כפרדוקס מבחינת המאמינים בבחירה רציונלית.

להשקעה בתשתית פיזית, 54 עד 70 אחוזים, ולהשקעה בהון אנושי – 14 עד 33 אחוזים. בעבודה נוספת אמדו ברגמן ומרום (1998) פונקציית ייצור לתוצר התעשייתי בלבד; זאת בעזרת נתוני פנל לשנים 1960 עד 1996 לגבי 17 ענפי התעשייה הראשיים. את התפתחות התוצר התעשייתי מסבירים ההון העסקי, העבודה, הון התשתיות, הון המחקר והפיתוח, מאפייני כוח העבודה וכן השפעת הפתיחות והאינפלציה. שיעור התשואה שנמצא להון התשתיות היה הפעם נמוך יותר – 15 אחוזים. הצמיחה השנתית הממוצעת בתקופה הנחקרת הייתה 6.2 אחוזים, ותרומת הון התשתיות לצמיחה השנתית הממוצעת נאמדה ב-0.1 נקודת אחוז בלבד. הגורמים המרכזיים שתרמו לצמיחה זו היו עבודה (1.9 נקודות אחוז), הון (1.7 נקודות אחוז), הון מו"פ (1.4 נקודות אחוז) ופתיחות לסחר בין-לאומי (0.1 נקודת אחוז). לייתר המשתנים, ובכללם להון האנושי, לא נמצאה השפעה של ממש על התוצר. שני המחקרים מתייחסים לתקופות שונות ולתוצר שונה (המוקדם לעסקי והמאוחר לתעשייתי), ובכל זאת הפער הניכר בתרומת ההון האנושי והון התשתיות מעידים על הקושי הרב באמידת משתני מדיניות באמצעות פונקציית הייצור. הקושי בוודאי יגבר אם ננסה לבדוד את השפעת תשתיות התחבורה מסך התשתיות. (תשתית הכבישים מהווה כ-20 אחוז בלבד מסך התשתיות). במחקר השלישי בחן שהרבני (2007) את השפעת הון התשתית על הפרודוקטיביות של ענפי התעשייה בישראל בשנים 1990 עד 2003. ההון התשתיתי כלל, מלבד כבישים ותחבורה יבשתית אחרת, גם נמלי ים ואוויר, תקשורת, חשמל ומפעלי מים. המחקר אמד את עלות התוצר בנפרד ב-23 ענפי התעשייה כפונקציה של עלויות השכר, עלויות ההון, היקף הפעילות ושירותי התשתית (מלאי ההון התשתיתי מוכפל במידת השימוש בו). נמצא ששיעור התשואה על ההון התשתיתי נע בין 11 ל-13.5 אחוזים, כן נימצא שההון התשתיתי הוא תחליפי להון פרטי ושהוא אינו מוזיל את עלות העבודה.

עבודתם של ארנון ופרסמן (2006) לא עסקה אומנם בהשקעה בכבישים, אך היא רלוונטית, משום שהיא משתמשת במודל הגרביטציה להסבר תופעת היוממות בישראל בשנים 1991-2004. המשתנה המוסבר הוא מספר היוממים בין נפת מוצא לנפת יעד. המשתנים שנמצאו כפועלים להגדלת היוממות הם: גודל כוח העבודה במחוז המוצא, גודל כוח העבודה במחוז היעד, צמידות גיאוגרפית בין מחוזות המוצא והיעד, פערי השכר בין מחוזות המוצא והיעד (ממוצע של פערי השכר לפי ענפים) וכן הפער בשיעור המועסקים מתוך כוח העבודה בין מחוז המוצא למחוז היעד. משתנים מסבירים נוספים שנבדקו לא נמצאו מובהקים: שיעור העובדים הצעירים והמשכילים במחוז, שיעור הילדים בגילאים 0-4 במחוז, שיעור האבטלה במחוז וצפיפות הדיור בו. להרכב האוכלוסייה הממוצעת לא הייתה השפעה על היוממות הממוצעת במחוז, אך לתכונות אלו נמצאה השפעה רבה ברמת הפרט: תופעת היוממות נפוצה יותר בקרב משכילים, בקרב גברים, ובקרב צעירים וגילאי הביניים (ונפוצה פחות בקרב בעלי השכלה נמוכה, בקרב נשים, ובקרב עובדים בני 55 ומעלה).⁹

עבודות רבות בעולם אמדו את תרומת מלאי ההון הציבורי לתוצר הכללי בעזרת פונקציית ייצור.

Mera (1973) אמד בעזרת פונקציית ייצור כזאת את תרומת מלאי ההון התחבורתי בלבד. Fritsch and

⁹ הדבר נובע מכך שהשוני בהרכב האוכלוסייה הממוצע בין המחוזות השונים הוא קטן יחסית.

Prud'Homme (1997) אמדו את תרומת ההשקעה בכבישים בצרפת בעזרת פונקציית ייצור אזורית ולשם כך השתמשו בנתוני חתך ל-21 אזורים ובמלאי הון הכבישים האזורי. Gkritza at al. (2007) אמדו את ההשפעות של ההשקעות בכבישים על כלכלת האזור. הם בחנו את השפעת סלילת דרכים מהירות בנוודה-ארה"ב על התעסוקה, התפוקה וההכנסה הפנויה.

Evers at all (1987) אמדו את השפעת הרכבת בין אמסטרדם להמבורג על הפעילות הכלכלית האזורית. לדעתם, התרומה העיקרית של הרכבת נובעת משיפור הגישה של הפירמות לקהל הלקוחות המרוחק. נגישות זו מאפשרת לפירמות לנצל יתרונות לגודל, ובכך מגדילה את הפירון והתוצר. בחלק האמפירי אמדו החוקרים מודל גרביטציה: הם אמדו את הסחר בין שני האזורים בהתאם לגודל הפעילות באזור המוצא, לגודל הפעילות באזור היעד ולעלויות הנסיעה בין אזור המוצא לאזור היעד במונחי זמן. הם הבדילו בין ענפים סחירים ללא סחירים, משום שניתן להסיט פעילות כלכלית בענפים הסחירים בלבד (ולא בחקלאות)¹⁰, ולכן גידול הפירון צפוי להיות בענפים הסחירים.

ניתן להקביל בין עבודתם של Evers at al. לעבודתנו זו: את היתרון של תשתית תחבורתית לשיפור הגישה של הפירמה אל הלקוחות מחליפה הגדלת הגישה של הפירמה לעובדים; את היתרונות לגודל מחליף היתרון של זיווג מתאים יותר בין עובדים לפירמות. יש דמיון רב בין שיטתם לשיטת האמידה שלנו, אך בעוד Evers at al. אומדים את השפעת תשתית התחבורה על סך התעסוקה באזור אנו אומדים את השפעתה על תנועת היוממים; מאחר שתנועת היוממים קשורה קשר הדוק יותר לתשתית התחבורה יש בכך יתרון (הנובע מטיב הנתונים שבידנו). לעומת זאת, Evers at al. אומדים את ההשפעה הישירה של קיצור משך זמן הנסיעה, ואילו אנו אומדים השפעה עקיפה יותר, באמצעות ערך ההשקעות, וזאת בשל מגבלת נתונים (שכן ברכבת, בשונה מכבישים, זמני הנסיעה ידועים).

3. דפוסי היוממות, נתוני ההשקעות בכבישים וסטטיסטיקה תיאורית

מקור הנתונים להשקעה בכבישים הם ספרי התקציב לשנים 1992-2004. בספרי התקציב מובא פירוט של כל הפרויקטים הבין-עירוניים. בסך הכול בוצעו במהלך השנים 150 פרויקטים (ללא פרויקטים ביו"ש). לגבי כל פרויקט יש פירוט של מיקמו (כולל מוצא ויעד), סוגו (הרחבת כביש, סלילת כביש חדש, מחלף וכו'), שנת התחלתו וההשקעה השנתית וההשקעה המצטברת שבוצעה. מתוך הנתונים הללו חושבה ההשקעה בכבישים בכל אזור טבעי. הכבישים הבין עירוניים הוצים לעיתים יותר מאזור טבעי אחד. (כבישים ספורים אף חצו שלושה אזורים טבעיים), ולכן החלוקה של עלויות הכביש בין האזורים השונים לוקה בשרירותיות מסוימת. הנחנו שההשקעה בכביש מתחלקת שווה בשווה בין כל האזורים שהוא חוצה. נציין עוד, שההשקעה בכבישים בכל אזור טבעי חושבה על פי ערכה הכספי, ולא על פי אורך הכביש, משום שהשקעה גדולה יותר מעידה לרוב על כבישים איכותיים יותר ומרובי מחלפים. ההשקעה בכביש "חוצה ישראל" לא מומנה על ידי הממשלה, ואיננה מופיעה בספרי התקציב. הכביש שונה מהכבישים האחרים, בהיותו כביש אגרה וכן בעיתוי פתיחתו של הקטע המרכזי שלו לתנועה – בסוף התקופה

¹⁰ Rietveld (1989) דן והרחיב את עבודתם של Evers at all.

הנחקרת בשנת 2004 – לכן בחנו את השפעתו על היוממות בנספה נפרד (נספה 1). נתון חשוב נוסף הוא מלאי הון הכבישים בכל אזור טבעי, בניית מלאי הון הכבישים בישראל וחלוקתו לאזורים טבעיים בוצעה על ידי הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.

מקור הנתונים העיקרי על תנועת היוממים הוא סקרי כוח אדם (הקובץ הגיאוגרפי) לשנים 1992 עד 2004. הקובץ מכיל מידע מפורט על השכלה, הגיל והמין של הפרטים. כמו כן יש בקובץ מידע על יישוב המגורים של הפרט ועל המיקום הגיאוגרפי של מקום עבודתו. בהסתמך על מידע זה הגדרנו יומם כמי שעובד מחוץ לאזור טבעי שבו הוא מתגורר. (חסרי התעסוקה הושמטו מהמחקר). אזור טבעי הוא אזור גיאוגרפי קטן יותר ממחוז ומנפה. במדינת ישראל 50 אזורים טבעיים; האזורים הטבעיים הם גדולים יחסית בשטחם במקומות דלילי אוכלוסין וקטנים יותר במקומות צפופי אוכלוסין. (ראו המפה בנספה.) לוח נספה 1 מפרט את מספר היוממים היוצאים מהאזורים הטבעיים והנכנסים אליהם בשנים 1993 ו-2003¹¹, כן מופיע בלוח מידע על ההשקעה בכבישים באזור במהלך העשור, מלאי הון הכבישים, שטח האזור וגודל האוכלוסייה המתגוררת בו.

בחינת דפוסי היוממות בכלל המשק מלמדת כי שליש מהעובדים במשק עובדים מחוץ לאזור הטבעי שהם גרים בו, וכי שיעור היוממים בקרב המועסקים גדל במהלך העשור ב-2.8 נקודות אחוז¹². ככלל, מרחקי הנסיעה בין מקום המגורים למקום העבודה בישראל אינם גדולים: רובם המכריע של המועסקים בישראל – 86 אחוז (שנת 2003) – מועסקים באזור הטבעי שבו הם גרים, או באזור טבעי הצמוד אליו. רק 12 אחוזים מהמועסקים מיוממים למרחק הגדול מ-20 ק"מ בקו אווירי, ורק חמישית מהם מיוממים למרחק גדול מ-50 ק"מ. בחינת תנועות היוממים לאזור טבעי תל אביב, שהוא היעד העיקרי של היוממים בארץ, מגלה ירידה משמעותית של מספר היוממים אליו. בשנת 1993 יוממו אליו 38 אחוזים מכלל היוממים, וכעבור עשור פחת השיעור ל-31 אחוזים – ירידה משמעותית מאוד. מספרם המוחלט של היוממים לאזור תל-אביב אמנם גדל במהלך העשור ב-13 אחוזים, אך מספרם של היוממים הנכנסים לאזורים הטבעיים האחרים הכלולים בנפות המרכז ותל אביב (חוץ מאזור טבעי תל-אביב) גדל הרבה יותר מהר ב-60 אחוזים. עיקר הגידול היה באזורים הטבעיים השייכים לאזור המרכז – השרון, פתח-תקווה ורחובות. העומס הרב בכניסה לעיר תל אביב בשעות הבוקר מהווה, קרוב לוודאי, חסם משמעותי המונע את גידול היוממות לאזור טבעי תל אביב ומזרז את התרחבות של אזור המטרופולין לאזורים הצמודים לו. כתוצאה מכך המשק אינו מנצל את מלוא היתרונות הנובעים מריכוז הפעילות הכלכלית במרכז יחיד.

¹¹ בשל מיעוט התצפיות בסקרי כוח אדם הלוח איננו כולל מידע לגבי 5 אזורים טבעיים דלילי אוכלוסיה במיוחד: אזור החרמון, הגולן התיכון, אזור ים המלח, אזור הערבה והר הנגב הצפוני.

¹² בין השנים 1993 ו-2003 גדל מספר היוממים ב-41 אחוזים, בזמן שמספר המועסקים גדל בשיעור מתון יותר של 29 אחוזים.

לוח 1: שיעור היוממים (עובדים מחוץ לאזור הטבעי) בשנים 1993 ו-2003

2002-2004	1992-1994	
33.2	30.4	שיעור היוממים (שה"י) בקרב כלל המועסקים במשק
21.9	19.3	מרחק נסיעה ממוצע של היוממים (ק"מ – קו אווירי)
14.0	10.8	שה"י לאזור טבעי שאיננו צמוד דופן (מכלל המועסקים)
12.1	9.0	שה"י ל-20 ק"מ ומעלה מכלל המועסקים
2.6	1.9	שה"י ל-50 ק"מ ומעלה מכלל המועסקים
30.9	38.2	שה"י לאזור טבעי ת"א מכלל היוממים
39.5	34.8	שה"י לנפות ת"א והמרכז – מלבד לאזור טבעי ת"א
28.0	24.5	שה"י – מועסקים המתגוררים במחוזות צפון ודרום (פריפריה)
33.0	30.9	מרחק נסיעה ממוצע של יוממים המתגוררים בפריפריה
16.8	13.8	שה"י ל-20 ק"מ ומעלה מהמועסקים המתגוררים בפריפריה
5.9	4.0	שה"י למחוזות ת"א והמרכז מהמתגוררים בפריפריה
38.8	35.6	שה"י בקרב גברים
27.2	23.5	שה"י בקרב נשים
24.4	21.3	מרחק הנסיעה הממוצע של גברים יוממים (ק"מ – קו אווירי)
18.0	15.1	מרחק הנסיעה הממוצע של נשים יוממות (ק"מ – קו אווירי)
35.7	32.3	שה"י בגילאי 20-40
31.4	29.6	שה"י בגילאי 41-65
35.9	32.2	שה"י בקרב בעלי 13 שנות לימוד ומעלה
30.3	29.5	שה"י בקרב בעלי השכלה של עד 12 שנות לימוד
29.0	28.4	שה"י בקרב עולי שנות התשעים

אשר ליוממים המתגוררים במחוזות הצפוני והדרומי (להלן הפריפריה), שיעור גבוה מהם עובדים במרחק של 20 ק"מ ומעלה ממקום מגוריהם (גבוה מהמוצע הארצי). שיעור העובדים מחוץ לאזור הטבעי בקרב תושבי הפריפריה אמנם נמוך מהמוצע הארצי, אך זאת משום שהאזורים הטבעיים גדולים יחסית (בעיקר בדרום). נציין עוד ששיעור המועסקים המיוממים מהפריפריה למרכז אינו גבוה – 6 אחוזים.

כצפוי, שיעור היוממות גבוה יותר בקרב גברים, בקרב צעירים (השיא הוא בגילים 20-40 והשיעור יורד בהדרגה אצל המבוגרים יותר) ובקרב משכילים. שיעור היוממים ומרחק היוממות בקרב הלא יהודים גבוהים יותר מאשר בקרב היהודים – למרות הכנסתם הנמוכה – וזאת, ככל הנראה, בגלל מחסור באזורי תעסוקה ביישובים הערבים. אשר לעלייה ביוממות במהלך העשור – הגידול בקרב קבוצות שלהן שיעורי יוממות גבוהים: צעירים, ומשכילים, היה מהיר יותר מאשר הקבוצות המשלימות. לעומת זאת, בקרב נשים, ששיעור היוממות שלהן נמוך, היא גדלה באופן משמעותי.

השינוי בדפוסי היוממות לפי אזורים טבעיים מאופיין בשונות רבה: ב-13 אזורים טבעיים גדל מספר היוממים היוצאים מהאזור בלמעלה מ-90 אחוזים (בין השנים 1993 ו-2003) וב-7 אזורים טבעיים גדל מספרם בפחות מ-10 אחוזים. (ב-27 אזורים נוספים גדל מספרם בין 10 ל-90 אחוזים). שונות רבה ניכרת גם בהשקעה בכבישים: ב-8 מהאזורים הטבעיים לא הייתה כל השקעה בכבישים במהלך התקופה, בעוד שב-10 אזורים טבעיים הייתה השקעה של למעלה מ-200 מיליוני ש"ח (במחירי 1995). שונות זו תסייע לבחון עד כמה השוני בהשקעות הכבישים בין אזורים מסביר את השוני

בהתפתחות דפוסי היוממות ביניהם. השימוש בשונות שבין האזורים יאפשר לנטרל את ההשקעות בכבישים מתוך מכלול הגורמים המקרו-כלכליים המשפיעים על היוממות בכלל המשק – שינוי במחירי הדלק והרכב, מחזורי העסקים ועוד.

4. מודל הגרביטציה – השפעת ההשקעות בכבישים על תנועת היוממות בין אזורים

מודל הגרביטציה מתייחס לתנועת היוממות בין אזור מוצא ויעד, ניתן לנסח את מודל הגרביטציה הנפוץ כך:

$$1. C_{i,j} = c + a_1 Pop_i + a_2 Work_j + a_3 D_{ij} + a_4 Border_{ij} + \dots + a_{m+1} roadinv_i + a_{m+2} roadinv_j + u$$

מספר היוממים בין אזור המוצא i לאזור היעד j (C_{ij}) תלוי בגודל האוכלוסייה באזור המוצא (Pop_i), במספר המועסקים באזור היעד ($Work_j$), במרחק בין אזור המוצא והיעד (D_{ij}) בקיומו של גבול משותף בין האזורים ($Border_{ij}$), ובהשקעות בכבישים באזור המוצא ואזור היעד ($Roadinv$) שבהם יהיה עיקר עניינינו. מודל כזה נאמד ברגרסיה 1 (לוח 2).

המשתנה המוסבר ברגרסיה 1 (כמו גם בכל הרגרסיות האחרות בלוח 2) הוא מספר היוממים הממוצע בין מוצא ויעד בשנים 2002-2004 (להלן 2003). המשתנים המסבירים במודל מתנהגים בהתאם לצפוי (למעט משתנה הרכבת): לגודל האוכלוסייה באזור המוצא (בשנת 1993) ולמספר המועסקים באזור היעד (בשנת 1993) הייתה השפעה חיובית מובהקת על מספר היוממים בין אזור המוצא והיעד (לגודל האוכלוסייה באזור היעד לא הייתה השפעה); תנועת היוממות בין אזור המוצא והיעד גדלה עם הגידול בקרבה הגיאוגרפית בין המוצא והיעד (מרחק אווירי בק"מ) ועם קיומו של גבול משותף ביניהם. אשר למשתני התחבורה נימצא שתנועת היוממות גדלה בתגובה לעלייה בהשקעה בכבישים באזור המוצא (סך ההשקעה הריאלית בכבישים באזור בשנים 1992 עד 2004) ולעלייה בהשקעה באזור היעד; לעומת זאת לעובדה ששני האזורים מחוברים לרשת הרכבות הארצית לא נמצאה השפעה על היוממות.

תוצאות האמידה של מודל 1 עלולות להטעות; שכן לאורך השנים מלאי ההון מתאים עצמו לדפוסי היוממות ודפוסי היוממות מתאימים עצמם למלאי ההון. ההשקעות הגדולות בכבישים מתבצעות באזורים שכבר השתמשו ביניהם קשרי יוממות הדוקים. לדוגמה, ההשקעה הגדולה ביותר בכבישים התבצעה באזור טבעי תל-אביב (שהוא גם אזור היעד העיקרי של היוממים בארץ). על מנת לפתור בעיה זו נכלול בכל המודלים הבאים משתנה מסביר נוסף: את מספר היוממים בעבר בין מוצא ויעד. בדרך זו נבחן האם הגידול במלאי ההון התחבורתי הגדיל את תנועות העובדים. מן הסתם, הכללת היקף היוממות בפיגור העלתה מאוד את כושר ההסבר של המשתנה המוסבר – היקף היוממות בהווה.

רגרסיה 2 כוללת את המשתנים המסבירים הבאים: מספר היוממים השנתי הממוצע בין אזור מוצא והיעד בשנים 1992-1994 (היוממות בשנת 1993); את הגידול באוכלוסייה באזור המוצא והיעד

ואת המרחק האווירי בין אזור המוצא והיעד¹³. משתני ההשקעה הם: סך ההשקעה הריאלית בכבישים בשנים 1992 עד 2004 באזור המוצא, השקעה זו באזור היעד ו'באזורים נחצים' – אזורים המצויים בין אזור המוצא והיעד. כמו כן נכלל משתנה דמי להתפתחות תשתית הרכבת, המשתנה מקבל ערך 1 במידה שאחד האזורים (או שניהם) חוברו לרשת הרכבות הארצית במהלך העשור. בנוסף כללנו כמשתנה מסביר את מלאי הון הכבישים באזור הטבעי שחושב עבורנו ע"י הלמ"ס. מתוצאות רגרסיה 2 עולה שהמקדם של מספר היוממים בעבר מובהק מאוד וקרוב לאחד, מכאן שדפוסי היוממות נוטים לשמר את עצמם. הגידול במספר היוממים רב יותר כאשר הגידול הדמוגרפי באזור המוצא גדול יותר וכאשר המרחק הגיאוגרפי בין המוצא והיעד קטן יותר. אשר להשקעה נימצא שההשקעה בכבישים באזור המוצא ובאזור היעד וכן חיבור מסילתי מגדילים את תנועת היוממים באופן מובהק. למלאי הון הכבישים עצמו באזור המוצא והיעד לא נימצאה כל השפעה (וגם לא לגודל אזור המוצא והיעד), יתכן שההשפעה של מלאי הון זה משתקפת במשתנים האחרים ובהם דפוסי היוממות בעבר וגודל האוכלוסייה במוצא וביעד (ואף יתכן שקיימת בעיית מדידה במשתנה זה). משתנה נוסף שנימצא לא מובהק הוא ההשקעה בכבישים 'באזורים טבעיים נחצים' – אזורים המצויים בין אזור המוצא והיעד. לתוצאה זו יש להתייחס בספקנות ייתר משום שלא כל אזור שהוגדר כ'אזור טבעי נחצה' הוא בהכרח אזור כזה; זאת בשל המגבלות בהגדרת המשתנה¹⁴. למעשה לא הצלחנו לאתר את האזורים המדויקים שאותם חוצים היוממים בדרכם מהמוצא ליעד (בשל מגוון האפשרויות העומדות לרשותם) ולכן נבצר מאיתנו לאמוד באופן מלא את תרומת ההשקעה בכבישים ליוממות בין אזורים שאינם צמודים.

רגרסיה 3 כוללת משתנה מסביר נוסף (ביחס לרגרסיה 2): מספר המועסקים באזור היעד בשנת 1993 שנמצא מובהק מאוד. מאידך הושמטו מהרגרסיה משתנים שאינם מובהקים ושלא השפיעו על המשתנים האחרים: מלאי הון כבישים באזור המוצא והיעד. הכללת מספר המועסקים באזור היעד הקטינה את האומדן של ההשקעה בכבישים באזור היעד אך כמעט שלא השפיעה על האומדים להשקעה בכבישים באזור המוצא ולרכבות. ברגרסיה 4 כללנו שלושה משתני דמי לאזורי המטרופולין (תל-אביב, חיפה וירושלים) ומצאנו שהאומדן של השקעה בכבישים באזור היעד הפך ללא מובהק. מכן למדים שההשפעה של ההשקעות באזור היעד על היוממות הנכנסת (שנמצאה ברגרסיה 2 ו-3) נובעת מהשקעות במטרופולינים הגדולים.

רגרסיה 3 מאפשרת לבחון את ההשפעה הכמותית של ההשקעה בכבישים וברכבות על היוממות: השקעה של מיליון ש"ח באזור טבעי מסוים תגדיל את מספר היוממים היוצאים ממנו ב-6 אנשים ואת תנועת היוממים הנכנסים אליו ב-10 אנשים (גידול של 0.44 יוממים במספר היוממים הנכנסים אליו מכל

¹³ משתנה הדמי לקיומו של גבול משותף בין אזור המוצא והיעד לא נימצא מובהק ולכן הושמט, השפעתו גלומה בדפוסי היוממות בעבר.

¹⁴ המשתנה 'השקעה בכבישים באזורים טבעיים נחצים' ניבנה כך: ראשית הגדרנו נקודת ציון יחידה לכול אזור טבעי (חישבנו את הממוצע של קואורדינטות הרוחב והאורך הממוצעת לכול הפרטים באזור טבעי וכך קיבלנו נקודה יחידה שמייצגת את האזור הטבעי), כך שלכול צמד מוצא-יעד ישנם זוג נקודות שביניהן קו דמיוני המהווה את האלכסון של מלבן דמיוני יחיד; כל אזור טבעי הממוקם בתוך מלבן דמיוני זה הוגדר כאזור טבעי נחצה, כלומר מצוי בין אזור המוצא והיעד. מובן שלא כל אזור שהוגדר כאזור נחצה הוא אכן אזור רלוונטי בתנועה בין אזור המוצא והיעד וזו ככול הנראה הסיבה לכך שמשתנה זה איננו מובהק.

אחד מ-23 האזורים הטבעיים האחרים). ההשקעה הממשלתית על כבישים במהלך העשור הסתכמה ב-7.5 מיליארדי ש"ח (במחירי 1995) ולכן תרומתה לגידול במספר היוממים הסתכמה ב-139 אלף איש. באותה תקופה נוספו 127 חיבורים חדשים של מוצא-יעד באמצעות מסילות רכבת ואלה הגדילו את מספר היוממים ב-18 אלף איש נוספים. מכאן, שהשיפור הכולל בתשתיות התחבורה (ללא כביש חוצה ישראל) הביא לגידול של כ-157 אלף יוממים, והוא מסביר חלק ניכר מהגידול הכולל במספר היוממים באותה תקופה – 240 אלף. בנוסף מצאנו שפתיחת כביש חוצה ישראל בינואר 2004 הגדילה את מספר היוממים בארבעת אלפים איש – ראה נספח 2 (מובן שלא ניתן לאמוד את ההשפעה ארוכת הטווח של כביש חוצה ישראל על היוממות על סמך השפעתו בשנתו הראשונה בלבד).

לוח 2: השפעת ההשקעות בכבישים ורכבות על היוממים בין אזור מוצא ויעד המשתנה המוסבר מספר היוממים הממוצע בשנים 2002-2004

7	6	5	4	3	2	1	
19.7 (32.4)	-154.3 (206.7)	127.7 (73.9)	170.3 (55.9)	141.7 (56.1)	151.1 (57.0)	14.2 (180.1)	דמי חיבור לרשת הרכבות
0.128 (0.050)	1.835 (0.376)	0.571 (0.111)	0.433 (0.086)	0.444 (0.087)	0.387 (0.089)	1.163 (0.326)	השקעה בכבישים באזור המוצא
0.013 (0.056)	1.167 (0.490)	0.323 (0.134)	0.095 (0.135)	0.259 (0.102)	0.592 (0.086)	1.160 (0.351)	השקעה בכבישים באזור היעד
--	--	--	--	--	0.006 (0.105)	--	השקעה בכבישים באזורים נחצים
1.112 (0.019)	0.842 (0.021)	0.949 (0.009)	0.958 (0.008)	0.959 (0.008)	0.971 (0.008)	--	יוממים מוצא-יעד בשנת 1993
-5.9 (0.81)	-71.1 (29.3)	-21.7 (1.99)	-17.4 (1.38)	-16.9 (1.40)	-15.5 (1.40)	-54.5 (6.04)	מרחק מוצא-יעד (בק"מ)
0.025 (0.004)	1.117 (0.669)	0.100 (0.011)	0.078 (0.008)	0.077 (0.008)	0.069 (0.008)	0.25 (0.03)	מרחק בריבוע
1.875 (0.385)	6.06 (2.966)	5.256 (0.919)	4.096 (0.680)	4.234 (0.688)	3.763 (0.718)	--	גידול אוכלוסיה באזור המוצא
1.269 (0.365)	4.269 (3.133)	1.760 (0.876)	0.235 (0.873)	1.546 (0.664)	0.923 (0.703)	--	גידול אוכלוסיה באזור היעד
0.0008 (0.0002)	0.0063 (0.002)	0.0023 (0.000)	0.0068 (0.001)	0.0019 (0.000)	--	0.0142 (0.002)	מועסקים באזור היעד ב-93
--	--	--	--	--	52.2 (30.9)	--	מלאי הון כבישים מוצא
--	--	--	--	--	42.2 (30.5)	--	מלאי הון כבישים יעד
--	--	--	--	--	--	-1.147 (0.92)	אוכלוסיית אזור היעד ב-93
--	--	--	--	--	--	883.6 (221.0)	דמי אזורים צמודים
--	--	--	--	--	--	3.23 (0.54)	אוכלוסיית אזור המוצא ב-93
--	--	--	+	--	--	--	משתני דמי לשלושת המטרופולינים
158.3 (28.3)	516.4 (299.1)	400.4 (68.1)	330.1 (51.5)	365.2 (51.2)	290.1 (58.2)	894.0 (248.5)	קבוע
1,030	186	797	1,117	1,117	1,117	1,117	תצפיות
0.839	0.971	0.952	0.951	0.951	0.949	0.320	R square

רגרסיות 5 ו-6 מאפשרות ניתוח רגישות של הקשר שבין השקעה בכבישים ויוממות לפי מרחק (ביחס לרגרסיה 3). רגרסיה 5 מתייחסת רק לצמדים של מוצא ויעד שהייתה ביניהם תנועת יוממות חיובית בשנת 1993. רגרסיה 6 מתייחסת אך ורק לזוגות של מוצא ויעד שיש ביניהם גבול משותף – אזורים צמודים. המקדם של ההשקעות בכבישים על היוממות באזורים צמודים היה גדול מאוד ומכאן שההשקעות בכבישים מגדילות את היוממות בין אזורים צמודים, אך הן אינן מגדילות את היוממות בין אזורים מרוחקים¹⁵. בניגוד להשקעות בכבישים, שהשפעתם ניכרת בעיקר במרחקים הקצרים, הרי שלרכבת תרומה להגדלת היוממות באזורים שאינם צמודים – ולראיה השפעת הרכבת הולכת וקטנה ככול שמתקצר המרחק בין האזורים הטבעיים והיא נעלמת לחלוטין באזורים צמודים. (נזכיר שמרבית תנועת היוממים היא לאזורים טבעיים צמודים – 60 אחוזים). ברגרסיה 7 נערך מבחן רגישות נוסף שבהן את השפעת ההשקעות בתשתית על היוממות בין הפריפריה למרכז ובתוך הפריפריה: מהמדגם הוצאו התצפיות שבהן הן אזור המוצא, והן אזור היעד משתייכים למחוז ת"א או למחוז המרכז. נימצא שההשפעה של השקעה בכבישים באזור המוצא על מספר היוממים פחתה מאוד אך נותרה מובהקת, ואילו ההשפעה של השקעה באזורי היעד וברכבת לא נמצאה מובהקת.

ניתוחי רגישות נוספים מוצגים בלוח נספח 3. ניתוחי הרגישות נערכו ביחס לרגרסיה 3 בלוח 2 המוצגת שוב ברגרסיה 1 בלוח הנספח. ברגרסיה 2 בלוח הנספח, הוחלפו משתני הבקרה לגידול האוכלוסייה באזור המוצא ואזור היעד בגודל האוכלוסייה באזור המוצא והיעד בשנת 1993. נימצא שהאומדן של תרומת התשתיות לגידול בתנועת היוממים גדל ל-184 אלף איש (לעומת 157 אלף ברגרסיה 3 בלוח 2). השמטת גודל האוכלוסייה בשנת 2003 מאפשר להסיר את החשש שלפיו קצב גידול האוכלוסייה באזור המוצא והיעד מושפע מההשקעות בתשתית באותו אזור (בעיית אנדוגניות), אך לדעתנו בעיה זו היא משנית וחשוב יותר לנטרל את השפעת הגידול הדמוגרפי על היוממות. רגרסיה 3 (בלוח הנספח) כוללת בנוסף למשתנים המסבירים ברגרסיה המקורית (רגרסיה 3 בלוח 2) מספר משתני בקרה שעשויים היו להשפיע על השינוי בדפוסי היוממות כגון: מספר שנות הלימוד הממוצע של העובדים באזור המוצא, מספר שנות הלימוד הממוצע של העובדים באזור היעד, הגיל הממוצע באזור המוצא והיעד ושיעור היהודים באזור המוצא. המשתנים הללו לא נמצאו מובהקים אך הם פעלו להקטנת האומדים של ההשקעות בתשתית (אך לא השפיעו על רמת המובהקות): ההשפעה הכוללת של ההשקעות בתשתית שנאמדה ברגרסיה זו הסתכמה ב-111 אלף יוממים.

ניתוח רגישות לפי מגדר מופיע ברגרסיות 3 ו-4 בלוח הנספח. רגרסיה 3 בוחנת את היוממות של גברים בלבד ורגרסיה 4 את יוממות הנשים (בהשוואה לרגרסיה 3 בלוח 2 הוחלפו המשתנה המוסבר ומשתנה היוממות בפיגור). להשקעות בכבישים באזור היעד וברכבות נמצאה השפעה מובהקת על יוממות הגברים בלבד; ההשקעות בכבישים באזור המוצא הגדילו את היוממות של נשים וגברים. העובדה שהמקדם של המשתנה בפיגור היה גבוה בהרבה אצל נשים ושהשפעת ההשקעות באזור המוצא וברכבת איננה מובהקת ביחס אליהן מרמזת שהגידול הרב בשיעור היוממות של נשים הוא חלק מתופעה רחבה

¹⁵ הרצת רגרסיה נוספת (שאיננה מוצגת כאן) הכוללת רק את האזורים הלא צמודים מעלה שלהשקעות בכבישים אין השפעה מובהקת על היוממות בין אזורים לא צמודים ושרק לחיבור באמצעות רכבת יש השפעה חיובית מובהקת להגדלת היוממות.

יותר של צמצום הפערים בין המינים (בהשכלה, בשכר ובשוק העבודה), ואיננה נובעת משיפור בתשתית התחבורה. ניתוח רגישות אחרון (רגרסיה 5 בלוח הנספח) כלל את כל המדגם למעט האזור של העיר מודיעין, זאת מכיוון שאוכלוסיית העיר מודיעין גדלה בשיעור מהיר (והריג) בתקופת הזמן הנחקרת; השמטת האזור לא השפיעה על התוצאות.

מאמידת הספציפיקציות השונות של מודל הגרביטציה למדים שהגידול בהשקעות בכבישים באזורי המוצא והיעד, ברכבות ובכביש שש במהלך העשור הגדילו את תנועת היוממים בכ-157 אלף איש והם מסבירים את עיקר הגידול בתנועת היוממים באותה תקופה – 240 אלף. להשקעות בכבישים באזורים נחצים הייתה בוודאי תרומה חיובית נוספת להגדלת היוממות למרות שהיא לא נתפסה כמובהקת בגלל מגבלת נתונים. התרומה של ההשקעות בכבישים הייתה רובה ככולה להגדלת היוממות בין אזורים טבעיים צמודי דופן; לעומת זאת השפעת הרכבת ניכרת בעיקר בחיבור של אזורים שאינם צמודים. תוצאות נוספות: התרומה של ההשקעות בתשתית תחבורתית להגדלת היוממות הנכנסת נובעת בעיקר מההשקעה במטרופולינים הגדולים: תל-אביב, ירושלים וחיפה; ותרומה של ההשקעות בתשתית לגידול ביוממות נשים הייתה נמוכה יחסית. לבסוף נציין שחלק מהשינוי במספר היוממים נבע מגורמים מקרו-כלכליים שאינם אזוריים כגון שינוי בעלויות הנסיעה היומית (הטבות מס לרכב ולדלק). גורמים אלו משותפים לכול האזורים ולכן הם נתפסים בקבוע (החותך) ובמקדם של היוממות בפיגור ואין בהם בכדי להטות את השפעת תשתיות התחבורה על היוממות.

5. השפעת ההשקעות בתשתית על השכר

התוצאה העיקרית שנתקבלה ממודל הגרביטציה מתייחסת להשפעה החיובית של ההשקעות בכבישים ורכבות על היקף היוממות. השלב הבא הוא לבחון האם עליה בהיקף ההשקעות בכבישים באזור המוצא שהגדילה את תנועת היוממות, השפיעה על המצב הכלכלי באזור. לצורך זה נתמקד בשכר הממוצע באזור משום שאין בידנו נתונים על התוצר האזורי, ומשום שלא מצאנו טעם לבחון את השפעת הכבישים על שיעורי התעסוקה שבאופיים הם יציבים מאוד (במיוחד בקרב קבוצות גיל והשכלה ששיעור היוממות בקרבם גבוה). להערכתנו, השינוי בביקוש לעובדים משפיע בעיקר על השכר וכמעט שאיננו משפיע על שיעור התעסוקה; השונות בשיעורי התעסוקה נובעת בעיקר מגורמים אחרים: מגמות דמוגרפיות ארוכות טווח, מדיניות הרווחה, שכר המינימום ועוד. בנוסף, לא מצאנו טעם לבחון את הקשר בין הגידול ביוממות באזור להתפתחותו הכלכלית (או לשכר באזור) בשל החשש ששני המשתנים הושפעו מזעזוע אקסוגני לאזור. לדוגמה, הרעה במצב הביטחוני באזור תירות תקטין את מספר התיירים המגיעים לאזור ובעקבות זאת ירד השכר באזור, יפוטרו עובדים ותפחת תנועת היוממות לאזור.

ההשפעה של השקעה בתשתית באזור על השכר הממוצע באזור איננה חד משמעית. ההשקעה בכבישים באזור מגדילה הן את תנועת היוצאים מאזור והן את תנועת הנכנסים לאזור; בעוד שיציאת עובדים מהאזור פועלת לעליית השכר של המתגוררים באזור הרי שכניסת עובדים לאזור פועלת להפחתת השכר שלהם. לכן ההשפעה של השקעה בכבישים באזור על השכר של התושבים המתגוררים בו יכולה להיות שלילית; ובכל מיקרה אין בה ביטוי לתשואה הכוללת למשק מההשקעה בכבישים – שכן

תשואה זו כוללת גם את עליית השכר של העובדים המתגוררים באזורים אחרים. בשונה מההשקעה בתשתית באזור הנחקר עצמו, הרי שהשקעה באזור אחר שהוא אזור יעד עיקרי לאזור הנחקר צפויה להגדיל את השכר באזור הנחקר; זאת משום שהוא יקל את תנועת היוצאים מהאזור מבלי להקל על תנועת הנכנסים אליו. גם במקרה זה אין ביטוי לתשואה הכוללת למשק מההשקעה בכבישים שכן הוא איננו כולל את ההשפעה על השכר באזור היעד. על מנת לקבל אומדן להשפעה של ההשקעות בכבישים על השכר נחבר את העלייה בשכר הנובעת מההשקעות בתשתית תחבורתית באזור עצמו יחד עם זו הנובעת מההשקעות באזור היעד העיקרי שלו; אומדן זה איננו כולל את התרומה של ההשקעה באזורי יעד אחרים (מישנים) לשכר באזור. נדגיש שהחיסרון של אומדן זה נובע ממספר האזורים המצומצם – 50 אזורים ושחלקם אזורים דלילים ומרוחקים; מאחר ואנו בוחנים את השפעת ההשקעות בכבישים על הפעילות הכלכלית יש בידנו מספר קטן בלבד של תצפיות.

לצורך בחינת השכר האזורי הממוצע נעזרנו בסקרי הכנסות לשנים 1992-1993 ו-2002-2004 המכילים מידע על שכר של הפרטים ועל מאפיינים חשובים נוספים של הפרטים (השכלה, גיל, ימי עבודה וכו'). הגבלנו בדיקה זו לגברים בלבד משום שהשפעת ההשקעות בכבישים על דפוסי היוממות של גברים נמצאה משמעותית יותר. המדגם כלל פרטים שעבדו חודש מלא והוצאו ממנו ערביי מזרח ירושלים. התוצאות העיקריות מופיעות בלוח 4 ומפורטות בלוח נספח 4. המשתנה המוסבר ברגרסיה 1 הוא השכר של הפרט בשנים 2002-2004 (שכר חודשי חלקי מספר ימי עבודה). השכר מוסבר בעזרת תכונות הפרט, תכונות אזור המגורים וההשקעה בכבישים באזור המגורים בשנים 1992 עד 2004. בכדי לפקח על תכונות הפרט כללנו את המשתנים הבאים: רמת ההשכלה, גיל, מספר ימי עבודה וקבוצה אתנית (שלושה משתני דמי נפרדים: ליהודי ממוצא אסיה-אפריקה, לערבי ולעולה). בכדי לפקח על תכונות אזור המגורים הרצנו את השכר של הפרטים בשנים 1992-1994 כנגד תכונות הפרטים¹⁶; השאריות הלא מוסברות מרגרסיה זו מוינו לפי אזור המגורים (של הפרטים) והשארית הממוצעת של האזור נכללה כמשתנה מסביר ברגרסיה 1 (בכך מנטרלים את ההשפעה האזורית על השכר). בנוסף פיקחנו ברגרסיה 1 על גודל האוכלוסייה באזור, השטח הגיאוגרפי של האזור ומלאי הון הכבישים של האזור. התוצאות ברגרסיה 1 מלמדת שלהשקעות בכבישים השפעה חיובית מובהקת על גובה השכר¹⁷. מתוצאות הרגרסיה עולה שההשפעה הכמותית של ההשקעה הממוצעת בכבישים באזור טבעי (שעמדה על קרוב ל-200 מיליוני ש"ח במחירי 1995) הגדילה את השכר הממוצע ליום עבודה של המתגוררים באזור ב-10 ש"ח (במחירי 2003) שהם 2.25 אחוזים מהשכר היומי הממוצע. כאמור, מדובר באומדן חסר משום שההשקעות בכבישים באזור הנחקר הגדילו גם את שכרם של עובדים באזורים אחרים, שהאזור הנחקר משמש להם כיעד.

רגרסיה 2 בוחנת כיצד מושפע השכר באזור הנחקר מההשקעות בכבישים באזור היעד העיקרי של היוממים מהאזור הנחקר. בדיקה זו חשובה הן לקבלת האומדן להשפעה הכוללת של ההשקעות בכבישים והן לאישוש קיומו של קשר סיבתי בין שיפור תשתיות התחבורה לעליית השכר. הצורך לאשש

¹⁶ מובן שגם המשתנים המסבירים הם לשנים 1992-1994.

¹⁷ ההשפעה גדולה יותר כאשר לא כוללים את השאריות מהרגרסיה של שנות התשעים.

את קיומו של הקשר נובע מהחשש לקיומו של קשר הפוך – ההשקעה בכבישים באזור היא תוצאה של התפתחות הכלכלית (ושל עליית השכר באותו אזור) – שכן עצם המתאם אינו מעיד על כיוון הסיבתיות. מאחר שאין חשש שההשקעות באזור אחד מושפעות מהמצב הכלכלי באזור אחר הרי שרגרסיה 2 יכולה להצביע על קשר סיבתי.

לוח 4: השכר של פרטים בשנים 2002-2004 כפונקציה של תכונות הפרטים, של תכונות אזור המגורים ושל ההשקעות בכבישים באזור המגורים

3	2	1	
0.081 (0.011)	0.111 (0.011)	0.054 (0.011)	השקעה בכבישים באזור
0.190 (0.006)	0.227 (0.007)	--	השקעה בכבישים ביעד עיקרי
+	+	+	משתנים מסבירים נוספים
21,502	21,502	21,502	מספר תצפיות
0.2658	0.2724	0.2354	R בריבוע

רגרסיה 2 (בלוח 4) דומה לרגרסיה 1, גם רגרסיה זו אומדת את השכר של גברים תוך שימוש בתכונות הפרט והאזור הטבעי. ההבדל מרגרסיה 1 הוא שברגרסיה 2 נוספו ארבעה משתנים: ההשקעה בכבישים באזור היעד העיקרי (לשם כך איתרנו לכל אזור מוצא את אזור היעד העיקרי שלו), מלאי ההון באזור היעד העיקרי, שטח אזור היעד וגודל האוכלוסייה בו בשנת 1993. נימצא שההשקעה בכבישים באזור היעד העיקרי תרמה תרומה משמעותית לעליית השכר באזור המוצא, ההשקעה הממוצעת בכבישים באזור היעד העיקרי הביאה לגידול של 10 אחוזים באזור הנחקר. ברגרסיה 2 נמצאה גם שתרומה של ההשקעה בכבישים באזור לשכר באותו אזור כפולה מזו שנמצאה ברגרסיה 1. ברגרסיה 3 הושמט המשתנה של מלאי הון כבישים באזור היעד העיקרי והשפעת ההשקעות בכבישים באזור המוצא ובאזור היעד העיקרי על השכר נמצאה נמוכה במקצת. בהיסתמך על הספציפיקציות השונות ניתן להעריך שהשקעה בכבישים בסדר גודל הזהה להשקעה הממוצעת באזור טבעי בשנים 1992-2004 (כ-200 מיליוני ש"ח במחירי 1995) הן באזור הנחקר, והן באזור היעד העיקרי שלו יגדילו את השכר באזור הנחקר בסדר גודל של 10-14 אחוזים; מכאן ניתן להעריך שההשקעה הכוללת בכבישים במהלך השנים 1992-2004 הגדילה את השכר הכולל במשק בשיעור דומה; זאת כאמור מבלי לכלול את התרומה הנובעת מהשקעה באזורי יעד משניים.

6. סיכום

עבודה זו בחנה את השפעת ההשקעות בתשתיות תחבורתית על דפוסי היוממות בישראל באמצעות מודל הגרביטציה. מודל הגרביטציה הנפוץ אומד את תנועת היוממים בין זוגות של מוצא-יעד כפונקציה של גודל הכלכלה באזור המוצא, גודל הכלכלה באזור היעד והמרחק הגיאוגרפי בין המוצא והיעד. מודל הגרביטציה שאמדנו בחן את תנועת היוממים בהווה באמצעות תנועת היוממים בעבר, ההשקעות בתשתית שנעשו בין שתי התקופות, משתנים המשמשים במודל הגרביטציה הנפוץ ומשתנים מפקחים נוספים. הנתונים ששימשו לאמידת המודל הם נתונים ברמת האזור הטבעי (בישראל 50 אזורים כאלה) והם כללו נתונים דמוגרפים לכל אחד מהאזורים הטבעיים: גודל האוכלוסייה, מספר היוממים, מספר המועסקים, השקעות בכבישים, מלאי הון כבישים, חיבור לרשת הרכבות ועוד.

מתוצאות מודל הגרביטציה למדים שתנועת היוממים בין אזור המוצא והיעד גדלו בתגובה לגידול בהשקעה בכבישים באזור המוצא, לגידול בהשקעה בכבישים באזורי יעד שהם אזורי מטרופולין, באזורים שחוברו לרשת הרכבות הארצית ובאזורים שכביש שש עובר בהם. המודל לא חשף את השפעת ההשקעה באזורים נחצים – אזורים מצויים בין אזור המוצא והיעד – על תנועת היוממות. על פי המודל, סך ההשקעות בתשתית במהלך השנים 1992 עד 2004 מסבירות כשני שלישים מהגידול הכולל בתנועת היוממות שהסתכמה ב-240 אלף איש. מניתוחי הרגישות למדים שהתרומה של השקעה ברכבת (שהגדילה את מספר היוממים ב-18 אלף איש) ניכרת בעיקר באזורים מרוחקים ובאזורים שאינם צמודים; בעוד שהשקעות בכבישים תורמת בעיקר להגדלת היוממות בין אזורים טבעיים צמודי דופן, אך אין להם תרומה ממשית להגדלת היוממות בין אזורים מרוחקים יותר. ההשקעות בתשתית הגדילו בעיקר את יוממות הגברים ואילו השפעתם על יוממות הנשים הייתה קטנה יותר – את ההסבר לגידול המשמעותי ביוממות הנשים יש לתלות בגורמים אחרים. תוצאה חשובה נוספת העולה מעבודה זו עוסקת בהשפעת ההשקעות בכבישים על שכר הגברים. נימצא שההשקעה הממוצעת בכבישים (שהגיע ל-200 מיליוני ש"ח) באזור טבעי מסוים ובאזור היעד העיקרי שלו העלתה את השכר באזור המסוים ב-14-10 אחוזים. מכאן, שניתן להעריך שהשקעות בכבישים בשנים 1992-2004 הגדילו את השכר הממוצע בשיעור דומה ואף למעלה מכך משום שתרומתם של ההשקעות באזורי היעד המשניים איננה כלולה כאן.

- בן-דוד ד' (עורך), בן-שחר ח' (יו"ר), הלפמן א', טרכטנברג מ', צדקה א', צידון ד', שביט י' ושטייר ח' (2000), "עדיפויות לאומיות בתחום הכלכלי-חברתי" נייר עמדה עבור ראש הממשלה אהוד ברק.
- ברגמן, א' ו א' מרום (1993), "גורמי צמיחה במגזר העסקי בישראל 1958 עד 1988". בנק ישראל, מחלקת המחקר, מאמרים לדיון 92.02.
- ברגמן, א' ו א' מרום (2005), "תרומת ההון-האנושי לצמיחה ולפריון במגזר העסקי בישראל, 1970 עד 1999". בנק ישראל, מחלקת המחקר, מאמרים לדיון 2005.14.
- שהרבני, ר' (2006), "השפעה של ההון התשתיתי על ענפי התעשייה בישראל (1993-2003)". בנק ישראל, מחלקת המחקר, נייר לדיון.
- Arnon A., and N. Presman, (2006). "Commuting Patterns in Israel 1991-2004", *Research Department, Bank Of Israel, Discussion Paper No.2006.04*.
- Aschauer, D.A. (1989). "Is Public Expenditure Productive?", *Journal of Monetary Economics* 23:177-200.
- Bergman, A., M. Fuss, H. Regev (1999). "Effects of Capital Subsidization on Productivity in Israeli Industry", *bank of Israel economic review* (72).
- Bergman, A., and A. Marom (1999). "Productivity factors in Israeli's manufacturing industries. 1960-96", *bank of Israel economic review* (72).
- Elhorst, J. P. (2003). "The Mystery of Regional Unemployment Differentials: Theoretical and Empirical Explanations", *Journal of Economic Surveys* 17:709-766.
- Evers, G. H. M., van der meer, P. H., Oostrehaven, J. and Polak, J. B. (1987). "Regional impacts of new transport infrastructure, a multi-sectoral potentials approach", *Transportation* 14: 113-26.
- Evers, G. H. M., van der meer, P. H., Oostrehaven, J. and Polak, J. B. (1988a). "Locational impacts of a high speed train between Amsterdam and Hamburg", Groningen: University of Groningen, Department of Economics, *Research Memorandum* 241.
- Evers, G. H. M., van der meer, P. H., Oostrehaven. (1988b). "Transportation, frontier effects and regional development in the Common Market", *Papers of the Regional Science Association* 64: 37-51.
- Erlander, S. and N.F. Stewart, (1990). "The Gravity Model in Transportation Analysis – Theory and Extensions", VSP, Utrecht.
- Frey, B.S. and A. Stutzer, (2004). "Stress That Doesn't Pay: The Commuting Paradox" *Institute for the Study of Labor (IZA)*, DP No.1278, August 2004.

Gitlesen, J.P and I, Thorsen (1999). "An Empirical Evaluation of how commuting flows respond to new road connections and Toll Charges", *ERSA conference papers*, No. ersa99pa107.

Hazans, M., (2004). "Does Commuting Reduced Wage Disparities?", *Growth and Change*, Vol 35(3), pp. 360-390.

Rietveld, Piet. (1989). "Employment Effects of Changes in Transportation Infrastructure: Methodological Aspects of the Gravity Model", *Papers of the Regional Science Association* 66: 19-30.

Sen, A. and T. Smith. (1995). "Gravity Models of Spatial Interaction Behavior", Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

לוח נספח 1:

השקעה בכבישים במיליוני דולרים במחירי 1995. מלאי הון כבישים בק"מ כביש.

אזור טבעי	השקעה בכבישים 92-04	מלאי הון כבישים 2004	גודל האזור (קמ"ר)	אוכלוסייה בשנת 1993	יוממות נכנסת 1993-ב	יוממות נכנסת 2003-ב	יוממות יוצאת 1993-ב	יוממות יוצאת 2003-ב
הרי יהודה	173.1	1.67	316	432.9	8.2	19.9	5.2	7.9
שפלת יהודה	52.2	1.01	337	31.4	1.5	2.9	3.6	9.1
עמק החולה	132.8	0.65	232	30.9	2.8	3.5	0.9	1.6
גליל ע. מזרחי	179.6	1.18	336	34.2	2.5	3.2	1.3	2.1
אזור חצור	95.4	0.33	102	16.3	1.1	1.6	1.1	1.6
כנרת	16	0.89	191	51	4.9	5.7	1.1	1.9
גליל ת. מזרחי	57.7	0.97	338	30	1.7	1.6	2.6	3.7
עמק בית שאן	0	0.56	217	24.5	1.2	2.9	0.8	1.3
עמק חרוד	0	0.36	106	13.6	1.2	1.5	0.7	1.5
רמת כוכב	0	0.30	154	8.0	0.2	0.5	0.6	1.2
עמק יזרעאל	291.4	1.06	297	49.9	7.2	9.2	2.5	4.9
א. יקנעם	201	0.32	61	16.8	2.3	6.0	3.1	5.3
רמת מנשה	32.3	0.19	102	4.3	0.5	0.8	0.3	0.1
נצרת תירען	246.1	0.89	256	208.3	4.1	8.6	19.7	22.7
א. שפרעם	53.8	0.58	249	118.7	1.1	2.6	16.7	18.1
א. כרמיאל	62	0.38	107	71.8	3.5	6.2	7.6	9.0
א. יחינם	149.5	0.61	240	56.8	2.5	4.1	4.6	7.2
א. אילון	19.1	0.59	136	12.6	0.5	0.7	1.1	2.2
א. נהרייה	103	0.54	99	65.5	5.4	7.9	5.4	9.7
א. עכו	145.1	0.47	97	63.6	7.3	7.4	6.3	8.0
גולן צפוני	0	0.89	479	10	0.1	0.3	0.9	1.2
גולן דרומי	0	0.49	281	4.6	0.2	0.2	0.5	0.2
א. חיפה	145.2	1.76	294	478.7	36.8	43.3	13.9	22.7
חוף כרמל	0	1.01	74	16.3	1.0	2.1	3.4	2.7
א. זיכרון	135.2	0.29	138	11.4	1.5	2.1	0.6	2.6
הר אלכסנדר	95.1	0.35	125	64.8	0.3	0.6	6.4	10.0
א. חדרה	105.4	1.55	235	134	7.9	13.2	9.6	18.5
מערב השרון	391.2	1.51	261	202.5	10.4	21.3	19.2	29.8
מזרח השרון	100.5	0.48	87	57.5	0.4	1.2	6.9	9.3
דרום השרון	729.8	1.10	124	168.8	12.1	25.5	33.3	44.4
א. פ"ת	652.6	1.39	159	234.1	25.9	49.1	36.7	51.8
א. לוד	564.5	2.18	339	149	32.4	35.8	18.6	38.7
א. רחובות	262	1.33	207	146.9	11.3	24.5	18.9	31.2
א. רשל"צ	122.7	1.24	117	179.3	16.4	30.1	34.9	56.1
א. ת"א	965.1	1.17	94	469.3	188.9	214.6	37.6	54.8
א. ר"ג	125.3	0.52	40	359.1	45.3	61.9	61.7	66.7
א. חולון	234.7	0.39	38	311.7	17.6	25.5	75.0	73.1
א. מלאכי	35.4	0.85	323	40.6	2.6	7.1	3.5	6.7
א. לכיש	60.9	1.01	483	47.1	1.9	4.5	2.4	5.5
א. אשדוד	548.6	0.07	52	110.3	7.7	10.5	8.3	22.1
א. אשקלון	129	1.24	408	100.5	2.6	7.5	5.1	10.0
א. גרר	106.8	0.86	317	24.5	1.1	1.8	1.3	1.8
א. בשור	334.4	1.26	1081	33.2	1.1	1.7	1.6	2.5
א. ב"ש	309.4	2.69	2,006	255.6	4.2	7.0	6.5	10.1
הר הנגב הצ'	125.2	3.21	4,820	44.9	3.5	4.5	1.1	1.5

נספח 2: כביש שש (חוצה ישראל)

כביש שש הוא כביש אגרה שנסלל ומופעל על ידי גורם פרטי ושעלות סלילתו איננה מופיעה בתקציב המדינה. הקטע המרכזי בכביש בין מחלף שורק למחלף עירון נפתח לתנועה בינואר 2004. בכדי לבחון את השפעת הכביש על דפוסי היוממות נעזרנו בנתוני היוממות בשנת 2004 ביחס ליוממות הממוצעת בשנים 1999 עד 2001 (להלן שנת 2000). השתמשנו במודל הגרביטציה ובספציפיקציות דומות לאלה המופיעות בלוח 2. מהספציפיקציות בלוח נ'2. הושמטו משתני ההשקעה בכבישים וברכבות, ונוסף משתנה דמי לכביש שש; משתנה הדמי קיבל את הערך אחד במידה שכביש שש עובר הן באזור המוצא והן באזור היעד ואפס אחרת. ברגרסיות 1-3 נמצא גידול מובהק בתנועת היוממות של גברים בגילאי 20-55 באזורי מוצא ויעד שהכביש מחבר ביניהם. ברגרסיה 4 לא נמצאה שכביש שש הגדיל את היוממות של כלל המועסקים בגילאי 20-65; אך השמטת משתני מלאי הון הכבישים שאינם מובהקים (רגרסיה 6), אפשרה לדחות את השערת האפס ברמת מובהקות של 10 אחוזים. המקדם של משתנה הדמי לכביש שש ברגרסיות 4 ו-5 אינו גדול מאלו שברגרסיות 2 ו-3; מכאן שהכביש השפיע על הגדלת היוממות של גברים בגילאי 20-55 אך לא השפיע על היוממות של הקבוצה המשלימה. אשר להשפעה הכמותית הכוללת של הכביש, הכביש יצר 42 חיבורים של אזורי מוצא-יעד, ולכן תרומתו הכוללת להגדלת מספר היוממים מוערכת ב-4,200 איש. ההשפעה המלאה של הכביש על היוממות צפויה להיות גדולה יותר מאחר שהיא נמדדה כאן זמן קצר לאחר פתיחת הכביש ומאחר שדפוסי היוממות משתנים בהדרגה.

לוח נספח 2 : השפעת כביש חוצה ישראל על היקף היוממות
המשתנה המוסבר: מספר היוממים בין מוצא ליעד בשנת 2004

גברים ונשים בגילאי 20-65		גברים בגילאי 20-55			
5	4	3	2	1	
102.8 (62.5)	98.6 (62.6)	109.4 (39.5)	92.3 (39.8)	84.1 (25.0)	דמי לאזורי מוצא יעד שכביש 6 עובר בהם
0.93 (0.005)	0.93 (0.005)	0.89 (0.006)	0.89 (0.006)	0.88 (0.006)	יוממים מוצא-יעד בשנת 2000
0.0008 (0.0002)	0.007 (0.0002)	0.0010 (0.0002)	0.0009 (0.0002)	0.0009 (0.0002)	עובדים באזור היעד בשנת 2000
0.019 (0.002)	0.019 (0.003)	0.019 (0.004)	0.018 (0.004)	0.018 (0.004)	הגידול אוכלוסיה באזור היעד בשנים 2000-2004
0.006 (0.003)	0.004 (0.003)			-0.002 (0.004)	גידול אוכלוסיה באזור המוצא בשנים 2000-2004
-7.35 (0.90)	-7.37 (0.90)	-3.23 (0.62)	-3.39 (0.63)	-3.48 (0.63)	מרחק (ק"מ)
0.032 (0.005)	0.032 (0.005)	0.014 (0.004)	0.014 (0.004)	0.015 (0.004)	מרחק בריבוע
	30.8 (21.0)		32.2 (12.5)	39.1 (17.9)	מלאי הון כבישים אזור יעד
	-2.5 (20.2)		20.2 (12.1)	35.7 (16.2)	מלאי הון כבישים אזור מוצא
				-0.02 (0.02)	גודל אזור טבעי היעד
				-0.007 (0.017)	גודל אזור טבעי מוצא
228.2 (31.0)	209.3 (36.4)	126.9 (20.4)	87.9 (24)	78.4 (25.0)	קבוע
1,082	1,082	921	921	921	תצפיות
0.982	0.982	0.970	0.970	0.970	R square

לוח נספח 3: השפעת ההשקעות בכבישים ורכבות על היוממים בין אזור מוצא ויעד
המשתנה המוסבר מספר היוממים הממוצע בשנים 2002-2004

6	5	4	3	2	1	
למעט מודיעין ¹	יוממות נשים	יוממות גברים	כל המדגם	כל המדגם	כל המדגם	
145.2 (56.0)	42.3 (36.2)	104.3 (38.3)	117.2 (56.3)	179.2 (56.7)	141.7 (56.1)	דמי חיבור לרשת הרכבות
0.431 (0.085)	0.284 (0.057)	0.262 (0.058)	0.350 (0.093)	0.540 (0.090)	0.444 (0.087)	השקעה בכבישים באזור המוצא
0.241 (0.100)	0.061 (0.070)	0.223 (0.067)	0.211 (0.103)	0.592 (0.086)	0.259 (0.102)	השקעה בכבישים באזור היעד
0.958 (0.008)	1.124 (0.011)	0.825 (0.009)	0.957 (0.008)	0.958 (0.008)	0.959 (0.008)	יוממים מוצא-יעד בשנת 1993
-15.9 (1.39)	-9.8 (1.00)	-11.1 (0.98)	-17.6 (1.40)	-16.7 (1.41)	-16.9 (1.40)	מרחק מוצא-יעד (בק"מ)
0.072 (0.008)	0.045 (0.006)	0.051 (0.006)	0.079 (0.008)	0.075 (0.008)	0.077 (0.008)	מרחק בריבוע
3.980 (0.715)	1.984 (0.470)	3.055 (0.464)	4.000 (0.722)	--	4.234 (0.688)	גידול אוכלוסיה באזור המוצא
1.499 (0.658)	0.817 (0.478)	1.000 (0.437)	1.536 (0.701)	--	1.546 (0.664)	גידול אוכלוסיה באזור היעד
0.0017 (0.0003)	0.0028 (0.0005)	0.0021 (0.0003)	0.0019 (0.0003)	0.0001 (0.0006)	0.0019 (0.000)	מועסקים באזור היעד ב- 93
--	--	--	--	0.970 (0.252)	--	אוכלוסיית אזור היעד ב- 93
--	--	--	--	0.410 (0.148)	--	אוכלוסיית אזור המוצא ב- 93
--	--	--	-5.74 (12.99)	--	--	גיל ממוצע באזור יעד
--	--	--	33.6 (94.55)	--	--	שנות לימוד ממוצע באזור יעד
--	--	--	230.5 (121.0)	--	--	שיעור היהודים באזור היעד
--	--	--	-25.08 (13.9)	--	--	גיל ממוצע באזור המוצא
--	--	--	-0.14 (92.6)	--	--	שנות לימוד ממוצע באזור יעד
--	--	--	342.6 (119.4)	--	--	שיעור היהודים באזור היעד
353.8 (50.7)	191.8 (34.5)	230.3 (34.6)	1122.9 (705.6)	290.1 (58.2)	365.2 (51.2)	קבוע
1,087	711	999	1,117	1,117	1,117	תצפיות
0.953	0.954	0.936	0.951	0.950	0.951	R square

¹ למעט אזורי מוצא ויעד ששניהם באזורי ת"א או המרכז.

לוח נספח 4: השכר של פרטים בשנים 2002-2004 כפונקציה של תכונות הפרטים,
של תכונות אזור המגורים ושל ההשקעות בכבישים באזור המגורים

3	2	1	
0.081 (0.011)	0.111 (0.011)	0.054 (0.011)	השקעה בכבישים באזור
0.190 (0.006)	0.227 (0.007)	--	השקעה בכבישים ביעד עיקרי
1.21 (0.16)	0.92 (0.16)	1.38 (0.16)	אזור מגורים – שארית ממוצעת לאזור מרגרסית שכר לשנים 92-94
-0.00003 (0.0001)	0.0005 (0.0001)	-0.0003 (0.0001)	אוכלוסיית האזור ב-1993
-0.005 (0.006)	-0.039 (0.007)	-0.020 (0.005)	שטח אזור (קמ"ר)
-8.73 (5.03)	3.5 (5.1)	15.7 (5.03)	מלאי הון כבישים באזור
9.5 (7.5)	27.3 (7.6)	1.9 (7.4)	דמי חיבור האזור לרכבת
-0.0016 (0.0001)	-0.00035 (0.00017)	--	אוכלוסיית היעד העיקרי ב-1993
0.0001 (0.003)	-0.084 (0.007)	--	שטח היעד העיקרי
--	155.9 (11.9)	--	מלאי הון כבישים יעד עיקרי
66.2 (6.1)	64.6 (6.1)	82.1 (6.3)	11-12 שנות לימוד
161.0 (6.6)	158.8 (6.6)	177.4 (6.8)	13-15 שנות לימוד
319.9 (6.6)	316.9 (6.6)	340.1 (6.7)	16 שנות לימוד
-114.6 (6.6)	-114.3 (6.6)	-119.0 (6.7)	גילאי 25 עד 34
-28.6 (6.6)	-28.3 (6.6)	-35.6 (6.7)	גילאי 35 עד 44
13.6 (6.7)	12.6 (6.7)	11.3 (6.8)	גילאי 45 עד 54
57.3 (7.7)	74.4 (7.8)	82.8 (7.8)	דמי יהודי
-33.0 (4.8)	-33.0 (4.8)	-29.4 (4.9)	דמי מוצא אסיה-אפריקה
-169.5 (6.3)	-174.4 (6.3)	-146.8 (6.3)	דמי עולה
80.4 (5.2)	71.1 (5.3)	133.9 (5.0)	דמי סקר 2002
66.5 (5.2)	56.2 (5.3)	117.5 (5.1)	דמי סקר 2003
221.8 (12.2)	115.3 (14.6)	142.5 (9.9)	קבוע
21,502	21,502	21,502	מספר תצפיות
0.2658	0.2724	0.2354	R בריבוע