

השפעת תחבורה ציבורית עתירת נוסעים על התהליך האורבני

דו"ח מסכם

ערן פייטלסון

גלית כהן-בלנקשטיין

אילן סלומון

אמיל ישראל

אורית רותם

דצמבר 2005

תוכן עניינים

1. מבוא
 2. רקע: הקשר בין תחבורה לשימושי קרקע ומושגי יסוד
 - 2.1 הקשר ההיסטורי בין פיתוח מסילתי וצמיחה עירונית
 - 2.2 נגישות, ניידות ופיתוח כלכלי בעידן הפירבור
 - 2.3 הקשר בין תחבורה לשימושי קרקע
 3. השפעת מערך שימושי הקרקע על השימוש בתח"צ
 - 3.1 צפיפות ופיצול נסיעות
 - 3.2 עירוב שימושי קרקע והרגלי נסיעה
 - 3.3 עיצוב שכונתי והרגלי נסיעה
 - 3.4 סיכום: תובנות לגבי שימושי קרקע שעשויים לעודד שימוש בתח"צ
 4. השפעת מתע"ן על המערך המטרופוליני (רמת מאקרו)
 - 4.1 הקשיים בהערכת הקשר בין תחבורה עתירת נוסעים ופיתוח שימושי קרקע בעידן הבתר-תעשייתי
 - 4.2 ההשפעות בצפון אמריקה
 - 4.3 ההשפעות באירופה
 - 4.4 דרום אמריקה
 5. השפעת הרכבת על שימושי קרקע בקרבת תחנות (רמת מיקרו)
 - 5.1 צפון אמריקה
 - 5.2 אירופה
 - 5.3 אמריקה הלטינית
 6. השפעת הרכבת על מערך שימושי הקרקע: סיכום
 - 6.1 השפעות הרכבת על פיתוח שימושי קרקע
 - 6.2 הגורמים המשפיעים על הקשר שבין מתע"ן לשימושי קרקע
 7. השלכות הממצאים לגבי מטרופולין ת"א
 - 7.1 השפעת מבנה מטרופולין ת"א על השימוש במתע"ן
 - 7.2 השפעת מתע"ן על שימושי קרקע בקרבת תחנות במטרופולין ת"א: כיווני עבודה
 - 7.3 השפעת מתע"ן על מבנה מטרופולין ת"א: מספר מסקנות ראשוניות
 8. סיכום ומסקנות לגבי מטרופולין ת"א
 9. מראי מקום
- נספח: פרוט ממצאי מחקרים אודות ההשפעות המרחביות של מתע"ן

רשימת טבלאות

- טבלה 1 : הגורמים המשפיעים על פיצול הנסיעות
- טבלה 2 : מחקרים הבוחנים את השפעת הצפיפות על הרגלי נסיעה
- טבלה 3 : מחקרים הבוחנים השפעות עירוב שימושי קרקע על דפוסי נסיעה
- טבלה 4 : מחקרים שבחנו את הקשר בין עיצוב שכונה והרגלי נסיעה
- טבלה 5 : יישובים נבחרים במטרופולין ת"א על פי טבעת ומידת הקומפקטיות, 2002
- טבלה 6 : מאפייני מערכות תח"צ במטרופולין תל אביב על פי טבעות וגזרות

1. מבוא

ניתן לראות את העיר כטכנולוגיה המציעה נגישות לאנשים, מוצרים ושירותים. בעוד שבערים העתיקות הצפיפויות אפשרו אספקת נגישות באמצעים לא מוטוריים, שכן השטח העירוני התאים להליכה, בערים המודרניות הנגישות מסופקת באמצעות מערכות תחבורה רבות קיבולת בהן התנועה מתבצעת באמצעים מוטוריים או מסילתיים. למעשה, התפתחות העיר המודרנית קשורה בקשר הדוק עם התפתחות מערכות תחבורה מודרניות. היסטורית, התמורות בגודלה של העיר, המבנה המרחבי שלה והפעילות הכלכלית שלה הושפעו מאופיין של מערכות התחבורה. זאת ועוד, התמורות המרחביות ואופי הפעילות העירונית השפיעו גם הם על מערכת התחבורה, על מידת השימוש במרכיביה השונים ועל יכולתה לשרת את צרכי הניידות שנוצרו.

קשרי גומלין אלו הם הבסיס לתפיסה כי מדיניות מרחבית חייבת לכלול היבטים תחבורתיים מצד אחד, וכי על מדיניות התחבורה להפנים תמורות מרחביות, מצד שני. בנוסף, הציפיות ההדדיות כי מערכת אחת תסייע בהשגת יעדים של המערכת השנייה מחייבות בדיקה מעמיקה של השפעות אלו ואיתור התנאים הדרושים לקשרי גומלין רצויים בין שתי המערכות. למערכת התחבורה, הציבורית והפרטית, תפקיד חשוב בהכוונת שימושי קרקע ודפוסי פעילות עירונית. כך, הציפיות של מתכננים עירוניים כי מערכת תחבורה עתירת נוסעים תסייע בהחייאת מרכזי ערים, מצד אחד, והציפיות של מתכנני תחבורה כי בניה צפופה ומעורבת תסייע להגדלת שיעור הנוסעים בתחבורה ציבורית, מצד שני, מבוססות על סידרה של הנחות, ניסיון היסטורי ולעיתים קרובות משאלות לב.

מטרת עבודה זו היא לסקור את הניסיון המצטבר אודות קשרי הגומלין בין מערכות תחבורה למערך שימושי הקרקע, ולבחון את השלכותיו לגבי מטרופולין ת"א. לשם כך בוצע סקר ספרות מעמיק, אשר התמקד בספרות האמפירית. בכתבי העת המדעיים רוב המחקרים מבוססים על מודלים, אשר בבסיסם מצויות הנחות. אך, ההנחות לא משקפות בהכרח את המציאות, שכן הן באות לרוב בכדי לפשט את המציאות. על מנת למנוע מצב בו קבלת ההחלטות תתבסס על הנחות או משאלות לב, המחקר הנוכחי שם את הדגש על מחקרים אמפיריים.

הקושי העיקרי בסקירה המתמקדת במחקרים אמפיריים היא מיעוט המחקרים הללו, ובייחוד העדר מחקרים עוקבים או עצמאיים לגבי אותם מקרים. כך במקרים לא מעטים יש צורך להיעזר במקור בודד לגבי כל מקרה. יתר על כן, ישנם ערים רבות, ובהן אולי חלק מהערים הדומות יחסית למטרופולין ת"א (כגון ערי הים התיכון), שלא נערכו לגביהן מחקרים אמפיריים, או שהמחקרים שנערכו אינם נגישים (קרי לא התפרסמו בספרות המדעית, או שנכתבו בשפות שאינן נהירות לעורכי המחקר).

בו זמנית, מאחר שהמטרה היא לאפיין את הרכיבים שרלבנטיים למטרופולין ת"א, הסקירה מתמקדת רק בערים שהסובב הכלכלי, מוסדי וחברתי שלהן עשוי להיות רלבנטי למטרופולין ת"א. על כן, לא נסקרו בעבודה זו ערים בארצות מתפתחות, בהן מערכת התחבורה שונה מהותית מזו שמאפיינת את ישראל בשנות האלפיים. כמו כן, לא נסקרו ערים במזרח אסיה ובמזרח אירופה,

המאופיינות גם הן בצפיפויות ודפוסי נסיעה השונים מהותית מאילו שמאפיינים את ישראל. מסיבות אלו רוב העדויות עליהן מבוססת עבודה זו הן מערי מערב אירופה, צפון אמריקה ואמריקה הלטינית.

העבודה באה לבחון הן את השפעת מערך שימושי הקרקע על השימוש במערכות תחבורה, ובייחוד על מערכות תחבורה ציבורית עתירות נוסעים (מתע"ן), והן את השפעות מתע"ן על מערך שימושי הקרקע. כפי שהוזכר לעיל, השפעות גומלין אילו אינן חדשות. למעשה, ניתן לאפיין את התפתחות הערים, לפחות מאז ראשית המאה התשע עשרה, כפונקציה של התמורות בטכנולוגיה התחבורתית, ובמערכות התחבורה (Muller, 1995; Vance, 1991). על כן, בפרק הבא נסקרים בקצרה המחקרים העוסקים בהיסטוריה של הקשר בין תחבורה למערך שימושי הקרקע. כמו כן, מוצגים בפרק רקע זה מושגי היסוד המשמשים במהלך העבודה. מבחינה אנליטית הקשר בין שימושי קרקע לתכנון תחבורה שימש מאז מחקרים פורץ הדרך של מיטצל ורפקין משנת 1954 כבסיס למערכת התכנון התחבורתי, הידועה כ-UTPS. על כן, הפרק השלישי מתמקד בקשר בין מערך שימושי קרקע לדפוסי נסיעות, אותו אפיינו לראשונה מיטצל ורפקין (1954), תוך שימת דגש על השפעת מערך שימושי הקרקע על פיצול הנסיעות, ובייחוד על השפעתו על השימוש במתע"ן.

השפעות מערכות תחבורה על שימושי הקרקע נחקרות בשתי רמות מרחביות. האחת, היא רמת המאקרו, ובעיקר הרמה המטרופוליטית. השאלה במחקרים המתמקדים ברמה זו היא מה ההשפעה של מערכות התחבורה על המבנה המטרופוליני, גרדיאנט הצפיפויות שבו, וכנגזר מכך על היקף השימוש באמצעי תחבורה שונים. הפרק הרביעי סוקר את המחקרים הבוחנים שאלות אלו. קבוצה אחרת של מחקרים בוחנת את השפעות מערכות התחבורה ברמת המיקרו, בקרבת עורקי התחבורה. במקרה של רכבות, מחקרים אלו מתמקדים בעיקר בהשפעות הרכבת על דפוסי הפיתוח בקרבת התחנות. הפרק החמישי סוקר את המחקרים הללו.

הפרק השישי של העבודה מסכם את עיקר הממצאים לגבי השפעות הרכבת, שהיא אמצעי המתע"ן העיקרי, על מערך שימושי הקרקע. הפרק השביעי דן במשמעויות ההשפעות שזוהו בספרות העולמית לגבי מטרופולין ת"א. בהקשר זה חשוב לציין שלא ניתן בעבודה המתמקדת בסקירת הניסיון הבין לאומי לאפיין השלכות למטרופולין ת"א ברמה פרטנית. על כן, ההשלכות הנידונות הן בהכרח כוללניות. במידה יש רצון ליישם את המסקנות הכוללניות בהקשרים פרטניים כחלק מתכנון מערכות המתע"ן ומטרופולין ת"א, יהיה צורך בעבודה נוספת שתבחן לעומק את ישימות המסקנות לגבי אזורים קונקרטיים, ותערוך את הבדיקות המשלימות הנגזרות מהמסקנות של עבודה זו. המסקנות העיקריות העולות מעבודה זו לגבי מטרופולין ת"א מסוכמות בפרק שמונה.

2. רקע: הקשר בין תחבורה לשימושי קרקע ומושגי יסוד

עד למאה התשע עשרה כל הערים היו קומפקטיות, והתבססו על תנועה רגלית או באמצעות בעלי חיים. האמצעי הראשון שאיפשר הפרדה משמעותית בין שימושי קרקע, ובין מרחבי ייצור לצריכה הייתה הרכבת. על כן, ההתפתחות העירונית קשורה היסטורית קשר הדוק לפיתוח המסילתי. קשר זה נסקר בסעיף הבא. החל מראשית המאה העשרים, הקשר בין התפתחות עירונית לבין התנהגות נסיעות מושפע באופן הולך וגובר מהפיכת הרכב הפרטי ממוצר מותרות למוצר עממי (יחסית), דבר המתבטא בעליית רמת המינוע. ניתוח ההשפעות הללו מאז תחילת עידן הפרבור המבוסס על רכבים מוטוריים, הוא המוקד של עבודה זו. על כן ביתרת הפרק מוצגים מושגי היסוד הדרושים לדיון בקשרים אלו, וכן תמונה כוללת של הקשר בין תחבורה לבין שימושי קרקע בתקופה המוטורית. יחד עם זאת, לאור התמקדות העבודה בשאלת השפעות המתע"ן על שימושי הקרקע, והשפעות שימושי הקרקע על השימוש במתע"ן, יש גם בסקירות אלו התייחסות מיוחדת לרכבת בתקופה המוטורית.

2.1 הקשר ההיסטורי בין פיתוח מסילתי וצמיחה עירונית

תהליך העיור וההתפתחות העירונית המואצת במאה ה-19 קשורים באופן הדוק לפיתוחה של הרכבת ופריסתה המהירה באירופה ובארה"ב. הרכבת אפשרה את התרחבות העיר מחד, וציפוף העיר מאידך גיסא. התרחבות העיר ארעה בשל יכולתם של תושביה להרחיק את מקום מגוריהם תוך שמירה על זמן יוממות סביר, ואילו ציפוף העיר התאפשר בשל היכולת של הרכבת להזרים מספר גדול של יוממים למרכז העירוני.

בראייה היסטורית הרכבת היא זו שעודדה תהליכי פרבור לפני כמאה שנה ויותר, מאחר וזו אפשרה יצירתה של הפרדה מרחבית בין מוקד התעסוקה במע"ר לבין שכונות המגורים בפרברים (Muller, 1995). מחקרים בני התקופה מראים כי הרכבות היו גורם מרכזי בצמיחה האזורית, כשהרכבת היוותה את אמצעי התחבורה העיקרי שאפשר תנועת יוממים (Warner, 1970; Fogel, 1964). במקרים רבים היו חברות הרכבות עצמן יזמי הפיתוח, בהכירם את ערך המינוף העצום הטמון ברכבות בהעלאת ערך הקרקע באזורים בהן עברו (Fishman, 1987).

בארה"ב דגם הפריסה העירוני במאה התשע עשרה, תאם את המבנה המרחבי של מסילת הברזל הרדיאלי, עם יצירתם של שכונות פרבריות הפרוסות לאורך תוואי המסילה. בעידן שבו עיקר הניידות נסמך על תנועה רגלית, הרי שתחנות הרכבת סבלו מרמות נגישות נמוכות, כך שיוממים אולצו להתגורר בקרבת התחנות. התוצאה היא שהפיתוח התרחש במספר מוקדים ספור ומרוכז באופיו. בפרברים החדשים הפכו תחנות הרכבת תוך זמן לא רב למוקד חיי הקהילה עם בניית מוסדות ציבור מרכזיים סביבה (Fielding, 1995; Vance, 1991).

להשפעות הרכבת בתקופה זו היה ביטוי חברתי מרחבי עמוק עם היווצרותן של ערים דו-קוטביות. מצד אחד, הרכבת הפחיתה את חיכוך המרחק עבור שכבות מבוססות ואפשרה נגישות טובה למגורים בשוליים ולתעסוקה במרכז, תוך הגשמת אידיאל החיים הכפריים (על רקע מגרעות העיר התעשייתית) ונגישות נוחה לקרקעות זולות בשוליים. מצד שני, עלות הנסיעה הגבוהה ברכבת הדירה מהפרברים שכבות חברתיות חלשות (Fishman, 1987; Warner, 1970; Freeman, 1999).

עדויות לתהליכים אלו עולות מתוך שורת מחקרים היסטוריים בצפון אמריקה ובאנגליה. מחקרו הקלאסי של Warner (1970) על פרברי הרכבת בבוסטון (*Streetcar Suburbs*), תיאר תהליך זה עם בואה של המהפכה התעשייתית והצפת העיר בגלי מהגרים בסוף המאה התשע עשרה. בניית שכונות פרבריות כ-Roxbury ו-Dorchester, נעשתה בזיקה ישירה להארכת קווי הרכבת לתוך השטח הכפרי ולשיפור רמת השירות בה¹.

תהליכים דומים התרחשו בערים אחרות בארה"ב כווינגטון (NVPDC, 1993), פילדלפיה (Fishman, 1987), ולוס אנג'לס (Fishman, 1987; Banham, 1971). באנגליה הויקטוריאנית מתאר Freeman (1999) תהליכים דומים בלונדון ומנצ'סטר, עם הגירתו של מעמד הביניים לפרברים, תוך ניצול הניידות והנגישות שהעניקה הרכבת למוקדי התעסוקה במרכזי הערים. באירופה הקונטיננטלית, על אף תהליכי התיעוש שעברו עליה, השפעת הרכבת על תהליכי פרבור מסיביים לא היו מנת חלקם של הערים הגדולות בה. לכך היו סיבות רבות ובהם ניתן למנות את אורח החיים העירוני החזק וערכים חברתיים שלא קידשו בהכרח את ההפרדה החברתית-מרחבית, כפי שהיה בארה"ב (Fishman, 1987).

2.2 נגישות, ניידות ופיתוח כלכלי בעידן הפירבור

אחד השיקולים המשפיעים על קביעת מיקומם של פירמות ומשקי בית הוא מידת הנגישות של מקום. גידול בנגישות ישפיעו רבות על החלטות מיקום (Vickerman et al., 1999). בעידן בו המרחב העירוני הולך וגדל, נגישות תלויה יותר ויותר בניידות. במילים אחרות, ככל שהמרחב המטרופוליני גדול יותר, ומרחקים בין פעילויות שונות גדלים, כך גוברת התלות במערכת התחבורה (אשר אפשרה בעצם את ההתרחבות הזו). לפיכך, השפעה על נגישות של מקום היא באמצעות מערכת התחבורה וככזו, למערכת התחבורה השפעה מכרעת על מידת נגישותו ומידת האטרקטיביות שלו לפירמות ומשקי בית. לכן השקעה ציבורית בפיתוח מערכות תחבורה ובהן רכבות נתפסת כדרך מרכזית לפיתוח בכלל, ופיתוח כלכלי בפרט, של אזורים שוליים ואזורי מרכז (Keeble et al., 1982).

¹ אם כי, הרכבת לא היוותה את החידוש הטכנולוגי הבלעדי שעודד השתרעות מרחבית זו, אלא היו אלה טכנולוגיות חדשות שאפשרו את מתיחתם של קווי ביוב, גז וחשמל, ועודדו את הבנייה הנרחבת בשטחים הפתוחים בשולי המטרופולין.

מערכת התחבורה אפשרה את התרחבות העיר המודרנית ויצירת מערך מטרופוליני בו שטח ההשפעה של העיר המרכזית הולך וגדל. עם זאת, התרחבות שטח ההשפעה העירוני מלווה לעיתים קרובות בהחלשות יחסית של העיר המרכזית ובריחת שימושי קרקע שונים לאזורים אחרים במטרופולין. באופן פרדוקסלי, הטכנולוגיה שאפשרה את הרחבת ההזדמנויות העירונית היא זו המאיימת היום להחליש את המוקד העירוני. תהליך הפרבור אשר מזוהה כיום עם הרכב הפרטי החל לתפוס תאוצה דווקא עם כניסתן של הרכבות לערים אשר אפשרו למשקי בית רבים להתרחק מהמרכז העירוני ללא ויתור על נגישות נוחה לאפשרויות שהמרכז מציע. הרכב הפרטי העצים מגמה זו והרחיב את ההתפרסות הפרברית. מהלך היסטורי זה היה הרקע לחיבורו של קלארק (Clark, 1957) שכותרתו מעידה על המשקל העצום שמיוחס למערכת התחבורה: "Transport: maker and breaker of cities". בד בבד עם פיתוח מערכת התחבורה, העיר בעידן התעשייתי ידעה צמיחה כלכלית והפכה למוקד הפיתוח והקידמה המרכזי בעולם המפותח. באיזו מידה, אם כן, צפויה מערכת תחבורה עתירת נוסעים בעידן הפרבור לתרום לחיזוק העיר ופעילותה הכלכלית?

הקמת מערכות תחבורה ציבורית עתירות נוסעים או שיפור רמת השירות בהן מפחיתה את עלויות הנסיעה למשתמש, ולכן שינויים אלו עשויים לגרום לשינוי בפיצול וביצירת הנסיעות, כמו גם לשינוי בזמני הנסיעות, בתוואי ובתנאי הנגישות לפעילויות השונות (Rietveld and Bruinsma, 1998). ככל שיגדל מספר הנוסעים שייחוו מהירידה בעלות הנסיעה, כך התועלת החברתית משיפורים אלו תגדל. פיתוח תחבורה עתירת נוסעים ורכבות² בפרט, עשוי להגדיל את הנגישות, ולהשפיע על עלויות הייצור של פירמות ומשקי בית, תוך הוזלת עלויות הניידות ושינוי ברמת הנגישות. במצב זה רווחת הפרט עשויה לגדול, כך שהתועלת מקיצור זמן הנסיעה או שיפור הנגישות ישאיר זמן פנוי רב יותר לפעילויות אחרות כצריכה, בילוי ועבודה. שינויים אלו משפיעים בטווח הארוך על היקף הפעילות הכלכלית של פירמות ומשקי הבית וכן על מיקום פעילותם במרחב ולבסוף להביא לגידולם המרחבי של שווקי התעסוקה והפעילויות האחרות (Rietveld, 1994).

לעיתים שיפור ברמות השירות בתחבורה לא תגרום בהכרח לשיפור הנגישות. במדינות מתפתחות בהן תשתית התחבורה דלה ואיכותה ירודה, השקעה נוספת בתשתית תגביר את הפיתוח הכלכלי והתוספת השולית ביחס למלאי ההון התשתיתי הגדול הקיים יהיה קטן יחסית. לכן יתכן שתוספת תשתית או שיפור השירות בה תשפיעה על עלויות התחבורה במידה מועטה (Giuliano, 1995; Blum, 1982). יותר מכך, הוזלת עלויות התחבורה באזור חלש עשוי להרע את מצבו

² המושג "רכבת" כולל סוגים שונים של מערכות תחבורה. יכולות להיות אלו רכבות כבדות בינעירוניות או רכבות מטרופוליטניות הכוללות רכבות פרבריות, שעיקר תפקידן הוא ניווד ציבור נוסעים/ יוממים בצירים רדיאליים, משולי המטרופולין למרכז, או קישורים טבעתיים בין יישובי המטרופולין. מושג זה כולל גם רכבות פנים-עירוניות כרכבות קלות או רכבות תחתיות ועילית המסיעים אוכלוסייה בתוך המרחב העירוני עצמו. כל סוג רכבת מאופיין בדרך כלל בטכנולוגיה שונה מבחינת מהירות הנסיעה, תאוצה ותאווה, יחס בין מספר מקומות ישיבה, רוחב הדלתות, מידת הבלעדיות על התשתית, וסוג הכוח המניע.

הכלכלי, עם בריחת פעילויות לאזורים חזקים יותר, או חשיפתו למוצרים עדיפים מאזורים מבוססים (Banister and Berechman, 2000; Vickerman et al., 1999).

2.3 הקשר בין תחבורה לשימושי קרקע

רבות נכתב על הקשר בין שימושי קרקע ומערכת התחבורה (זיו, 1989; Cervero, 1998; 1995; Knight & Trygg, 1977; Giuliano, 1995). התיאוריות הבוחנות את השפעת מערכות התחבורה על שימושי הקרקע מניחות התנהגות כלכלית-רציונלית של הפרט והפירמה, הבאה לממש עקרונות של יעילות ומקסום תועלות (Giuliano, 1995; Pickrell, 1999). ערכה ההדוני של פעילות מרחבית על פי תיאוריות אלו הנה פונקציה של מידת נגישותה, שבאה לידי ביטוי בגילום (Capitalization)³ תועלות תחבורתיות והפחתה כוללת בזמני נסיעה (Landis et al., 1995). תיאורית הכלכלה העירונית של Alonso (1964) ותיאורית המקומות המרכזיים של Christaller (Haynes and Fotheringham, 1984) הן דוגמא לתיאוריות אלו.

Alonso הניח כי החלטת מיקום של משק בית הנה פונקציה של התחלופה שבין ההפחתה השולית בעלויות הקרקע אל מול העלייה השולית בעלויות התחבורה עם ההתרחקות ממרכז העסקים הראשי (מע"ר). על פיו, מוקדי התעסוקה ירוכזו במע"ר העירוני שנהנה מן הנגישות הטובה ביותר. המע"ר לפיכך, יאופיין בצפיפויות גבוהות בשל עלותה הגבוהה של הרנטה הקרקעית בו. עם זאת, ככל שיגדל המרחק מהמרכז כך תפחת הצפיפות ואינטנסיביות הפעילויות למגורים ולתעסוקה, בשל הירידה ברמת הנגישות והעלייה בעלויות התחבורה.

ההסבר המועלה על ידי Alonso לתיאור הדגם המרחבי של פריסת המגורים מתאר את שוק המקרקעין למגורים כ"מכירה פומבית" המשקפת פערים התחלקותיים מרחביים בין משקי הבית. על פיהם, משק בית שישלם עבור מחיר הקרקע במיקום המהווה לדידו אופטימיזציה של תועלות (בהתאם להכנסותיו, רווחיו, העדפותיו ואילוצי הדיור והתחבורה שלו) הוא שיזכה. לפיכך, הארגון המרחבי של שימושי הקרקע יהיה תוצאתם המצרפית של זכויות מעין אלו. כך למשל, משקי בית אמידים יותר יהיו מסוגלים לשלם בעבור שימושי קרקע אקסטנסיביים בשוליים, לעומת משקי בית בעלי הכנסה נמוכה שישתפקו בדיור אינטנסיבי יותר במרכז. בהקשר זה יש לציין שמשכית מגורים לאזורים המרוחקים מן הגלעין העירוני הנה פונקציה של התחלופה שבין עלות המרחק לעלות הקרקע והדיור (Stucker, 1975). מאידך גיסא, עלייתם של מחירי התחבורה או התדרדרות ברמת השירות תביא לתחלופה שונה בין הרנטה הקרקעית לבין עלות הניידות, כך שמשקי בית יעדיפו לחסוך בעלויות הנסיעה למע"ר, והתמקמו בסמוך אליו בשטח רצפה קטן יותר.

³ גילום תועלות הנו המכניזם בו השקעות בתחבורה ושינויים ברמת הנגישות מומרים לשינויים בערכי הקרקע.

עקרונות דומים חלים על החלטות מיקום של פירמות כלכליות, בהן עלויות הניידות הנן חלק מעלויות הייצור. אלו יבחרו את מיקום פעילותן העסקית על סמך האיזון שבין צרכיהן הקרקעיים לעלויות הנובעות מתשומות תחבורה כספיים, תפוקות לשווקים וכוח עבודה (Pickrell, 1999). גם כאן הניסיון מעיד כי שיפורים טכנולוגיים בתחבורה בטווח הבינוני והארוך יביאו ליציאתם של פונקציות כלכליות שונות (מסחר, משרדים ותעשייה) בעקבות משקי הבית בכדי להוזיל את עלויות הייצור, כך שהתוצאה תהיה דלדול פעילויות נוסף במרכז העירוני והמטרופוליני (Mills, 1972).

אף על פי כן, נראה כי החדשנות בטכנולוגיה התחבורתית הביאה להשפעה הולכת ופוחתת על עלויות הניידות והייצור של פירמות (Gordon and Richardson, 1997). זו הסיבה לכך שפירמות רבות רואות בנגישות תחבורתית שיקול משני בקביעת מיקומן המרחבי (Giuliano, 1995). גם בבחירת מקום מגורים תיאוריה זו בעייתית לאור התבססותה על מערכת הנחות פשטניות, שרובן אינן מתקיימות בעידן בתר-תעשייתי: ריכוז התעסוקה במרכז אחד, היותו של מפרנס בודד במשק בית, הנסיעות היחידות הנלקחות בחשבון במודל הנן הנסיעות לעבודה, כאשר מחירן של הנסיעות אחידות על פני כל המרחב. לאור פשטנות זו, חיזוי השפעתם של שיפורים תחבורתיים על שימושי הקרקע עומדת בספק.

התיאוריות שתוארו לעיל, אינן מתייחסות גם לעובדה כי הקשר בין שימושי קרקע לתחבורה אינו חד כיווני, בשל אופיו המחזורי של דפוס שימושי הקרקע (Wegener, 1996). מחזוריות זו עומדת במרכז הבעיה התיאורטית הבוחנת השפעות תחבורתיות על מערך שימושי הקרקע, מאחר ושני משתנים אלו תלויים זה בזה. שינויים במערך שימושי הקרקע ישפיעו על התחבורה, כשם שתחבורה עצמה תשפיע על דגם שימושי הקרקע (Giuliano, 1995). לאור דואליות זו, הספרות מנתחת קשר זה מכמה נקודות מבט. בחלק מן המחקרים ההשפעה הנה חד כיוונית ורואה את מערכת התחבורה כתכתיב הנגזר ממערכת שימושי הקרקע (Cervero, 2002; Newman and Kenworthy, 1992). בחלק אחר של הספרות כיוון ההשפעה הפוך, כאשר ניתנת חשיבות רבה יותר להשקעות בתחבורה בעיצוב הסובב הבנוי (Cervero and Landis, 1993; Crampton, 2000; Mackett, 1993).

נוסף על תלות הדדית זו, ההשפעה שבין שני המשתנים אורכת זמן רב כך שלא ניתן לבחון אותה בטווחי זמן קצרים (ואף בינוניים) ולעיתים אף לא את כיוונית הקשר (Giuliano, 1995; Cervero and Landis, 1993). Altshuler (1979) העלה את הטענה כי ההשפעה ההדדית בין שני המשתנים תלויה בטווח הזמן הנבדק. בטווח הקצר יהיו דפוסי יצירת נסיעות, נפחי התנועה

ואמצעי הנסיעה פונקציה של פיזורן הגיאוגרפי של פעילויות. ואילו בטווח הזמן הארוך תהפוך מערכת התחבורה להיות הגורם המוביל בחשיבותו בעיצוב שימושי הקרקע.

Gannon ו-Dear (1975) שיערו כי השפעותיהן של רכבות על שימושי הקרקע תהיינה צנועות בטווח הקצר, לעומת ההשפעות שיש לצפות בטווח הבינוני והארוך. לדעתם, למרות שיש לצפות לגילום תועלות מיד עם הצעתה של רכבת במוסדות התכנון, יש לצפות כי השפעה זו תהיה פונקציה של מספר תנאים ובהם פער הזמן שבין הכוונה לבנות לבין התכנון המפורט והביצוע בפועל. השפעה זו תתעצם לנוכח 'רעשים' בשוק הנדל"ן באמצעות תנאי משכנתאות, אילוצי איזור, מידת גמישות הביקוש ביחס להיצע קיים והשפעות תפיסתיות באשר למצבו של השוק.

זאת ועוד, תיאוריות הבחנות את השפעת השיפורים בתשתיות תחבורה עירוניות על שימושי הקרקע לא לוקחות בחשבון את עמידותן של תשתיות ותיקות ואת קשרי הגומלין שבין רשתות התחבורה (Pickrell, 1999; Feitelson and Salomon, 2000). על פי Pickrell תשתיות תחבורה ותיקות מעכבות את משך ההשפעות המיוחדות לתשתיות חדשות על מיקום פעילויות. לדידו, ראייה נכונה יותר רואה את ההתפתחות העירונית כתהליך מצטבר של תוספות ושיפורים בתשתית, בו מסתגלים פירמות ומשקי בית לתוספת האינקרמנטלית ולשינוי המרחבי בעלויות התחבורה. תהליך זה יתחולל בעיקר בשוליים העירוניים והמטרופוליניים, כיוון שעיקר התוספת בתשתית ובשטח הבנוי נעשית בהם, בין היתר, כפונקציה של טכנולוגיה נתונה ואמצעי התחבורה הנגזרים ממנה.

יתרה מזו, Fogel (1970) שעסק בהשפעת הרכבות על הצמיחה הכלכלית בארה"ב מעלה בעיה מתודולוגית בניתוח ההיסטורי של השפעות אלו. על פיו, חקר השפעותיה של התחבורה על שימושי הקרקע והפיתוח הכלכלי, התבסס פעמים רבות על חקרי מקרה בהם בלטו השינויים הנחקרים. מצד שני, המעיט המחקר לעסוק באותם מקרים בהם השפעות התחבורה היו מועטות ובלתי נראות. יתר על כן, המחקר בנושא הנדון הרבה להתבסס על הנחות תיאוריות, שלקחו כמובן מאליהן את השפעותיה של התחבורה על הפיתוח הכלכלי ועל שימושי הקרקע, בלא שנערכו לשם כך בדיקות אמפיריות ממשיות, שאישו הנחות אלו.

התיאוריה הכלכלית-רציונלית הדנה בגיאוגרפיה של התחבורה ובהשלכותיה לגבי השימוש בקרקע, מניחה, כאמור, כי קיים קשר ביניהם וכי ניתן לצפות לקשר מעין זה בכל מקום. ההנחה היא שדפוסי ההתפתחות הם רציפים וכי הגורמים העיקריים המביאים לשינוי בגיאוגרפיה של מערכת התחבורה ובגיאוגרפיה היישובית הם גורמים טכנולוגיים, כלכליים וחברתיים (Hanson, 1995; Feitelson & Salomon, 2000). עם זאת, מודלים המנתחים קשרים אלו לא מתייחסים לרוב, לתנאים מקומיים או להשפעות שאינן השפעות בתנאי שוק חופשי (Manheim, 1979), בדוגמה. בפועל ישנן לעיתים אי רציפויות בהתפתחות היישובית והתחבורתית, הנגרמות

מתהליכים שונים ברמה המקומית והאזורית, כתהליכים גיאופוליטיים, תנאים משלימים ומדיניות קרקעית-תחבורתית כוללת (ישראל ופייטלסון, 2004; פייטלסון, 1993, Taaffe et al., 1963). יש גם להבחין בשונות הרבה הקיימת בין ערים ובוודאי בין ארצות ויבשות. המסגרת הסטטוטורית במסגרתה נעשה התכנון העירוני, המערכת הפוליטית תחת השפעתה מתרחש תהליך הפיתוח העירוני והתחבורתי וכן גורמים כלכליים וחברתיים אחראים לשונות זו. לכן אין לצפות למודל התפתחות אחיד.

בכמה מחקרים נמצא כי התשתית התחבורתית מושפעת במיוחד משיקולים גיאופוליטיים, שכן התחבורה שימשה לא אחת כאמצעי להבטחת שליטה מרכזית (Whittlesey, 1935). ישראל ופייטלסון (2004) הראו בהדגמה על העיר טול-כרם, שפיתוח תשתיות תחבורתיות לא משפיע בהכרח על המבנה והכלכלה העירוניים, גם אם מדובר באזורי מפתח. מחקרים של Newman and Kenworthy (1992) הצביע על הקשר בין צריכת אנרגיה לנפש בתחבורה לבין המבנה העירוני ובייחוד צפיפותו. עם זאת, Mindali et al. (2004) מצאו כי קיימת שונות רבה בין יבשות, כאשר ההבדל בין ערים מאותה יבשת קטן ואינו פונקציה של צפיפות. על כן, ניתן לשער שהשפעתן של רכבות תושפע מדפוסי פעולה בעיר/אזור, המבנה החברתי בהם ומשתנים אחרים שהשונות בהם בין יבשות גדולה במובהק על השונות בתוך היבשות. המסקנה היא כי לא ניתן לדבר על קשר דטרמיניסטי בין התפתחויות תחבורתיות לשינויים בשימושי הקרקע השונים, אלא יש להכיר בכך שיש שונות בקשרים אלו, שהיא פונקציה של תנאים הנבדלים בזמן ובמקום.

3. השפעת מערך שימושי הקרקע על השימוש בתח"צ

מערך שימושי הקרקע משפיע על יצירת הנסיעות, פילוגן במרחב והפיצול של הנסיעות בין האמצעים. מערך שימושי הקרקע מהווה, על כן, התשומה הבסיסית למודלים התחבורתיים המשמשים לתכנון תחבורה מסוג ה-UTPS. מאחר שעבודה זו מתמקדת בהשפעת שימושי הקרקע על השימוש בתח"צ, פרק זה סוקר בעיקר את העבודות שבחנו את השפעת שימושי הקרקע על פיצול הנסיעות.

טבלה 1 מסכמת את הגורמים העיקריים המשפיעים על פיצול הנסיעות. מבין אלו, מערך שימושי הקרקע משפיע בעיקר על זמן הנסיעה. זמן הנסיעה כולל את הזמן הנדרש להגיע לאמצעי ההסעה זמן ההמתנה וזמן ההגעה מהאמצעי ליעד, שסכומם הוא זמן הנסיעה מחוץ לאמצעי (OVTT), ואת זמן הנסיעה בתוך אמצעי הנסיעה (IVTT). הבחירה באמצעי נסיעה מושפעת מיחס הזמן הכולל (זמן הנסיעה מדלת לדלת) בין האמצעים השונים (TTR). בעוד שמערכות הסעה המונית עשויות לתת יתרון לתחבורה הציבורית מבחינת זמן הנסיעה בתוך הרכב, בייחוד בתנאי גודש כאשר יש לתח"צ זכות דרך בלעדית, משך הזמן מחוץ לאמצעי הנסיעה לרוב ארוך יותר בתח"צ מאשר ברכב הפרטי. מערך שימושי הקרקע משפיע בעיקר על זמן ההגעה לרכב וממנו, כלומר על זמן הנסיעה שמחוץ לרכב – שהוא נקודת התורפה של מערך התח"צ. על כן, יש חשיבות רבה לתיאום מרבי בין מערך שימושי הקרקע לבין מערכות התח"צ, בכדי לצמצם ככל האפשר את זמן התנועה שמחוץ לרכב.

טבלה 1: הגורמים המשפיעים על פיצול הנסיעות

גורם	פירוט	השפעת ש.ק.*
זמן נסיעה	זמן הנסיעה מדלת לדלת המורכב מ: זמן ההגעה לרכב, זמן ההמתנה, זמן הנסיעה וזמן ההגעה מהרכב ליעד.	על זמן הגעה לרכב וממנו
עלות הנסיעה	העלות כפי שהיא נתפסת ע"י הפרט. עלות זו כוללת בעיקר את הוצאות משתנות כספיות מיידיות (out of pocket costs)	אין
נוחות הנסיעה	פרטיות; צורך במעברים; ניצול הזמן; היחשפות לפגעי מזג האוויר, שליטה בסובב המידי, נוחות הישיבה וכד'	על הליכה ורכיבה (בין השאר לתחנות תח"צ)
גמישות וזמינות	היכולת לשנות כיוונים ומועדים, תכיפות השרות, זמינות האמצעים ומשך הזמן בו הם זמינים	אין
בטיחות ואמינות	תפיסת ההסתברות להגיע ליעד בזמן ובשלום	אין
תדמית	תדמית האמצעי והמשתמשים בו	אין

* שימושי קרקע

בנוסף להשפעה פוטנציאלית על פיצול הנסיעות, עשוי מערך שימושי הקרקע להשפיע על יצירת הנסיעות (מספר נסיעות למשק בית ואורכן) ועל פוטנציאל שרשור נסיעות, כלומר, היכולת לשלב מספר נסיעות ליעדים שונים.

בשיח המדעי והתכנוני ניתן לזהות שלושה מאפיינים של שימושי קרקע ברמה הפנים-עירונית אשר מצופים להשפיע על הבחירה באמצעי הנסיעה⁴: צפיפות, עירוב שימושי קרקע ועיצוב השכונה, שכן שלושת המשתנים הללו משפיעים על זמן ההגעה אל הרכב (או אמצעי התח"צ) וממנו. שלושת היבטים אלו של שימושי קרקע נקראים בספרות בשם הקליט 3D, כתזכורת לשלושת המאפיינים המתחילים באות זו באנגלית (Cervero and Kockelman, (Density Diversity and Design (1997). צפיפויות גבוהות מקושרת עם יעילות גבוהה יחסית של תחבורה ציבורית, תלות נמוכה יותר ברכב הפרטי ושימוש רב יותר בתחבורה לא מוטורית (Ewing and Cervero, 2001; Dunphy and Fisher, 1996; Frank et al., 2000). לעירוב שימושי קרקע ואיזון בין פעילויות באזורים מסוימים יש פוטנציאל לעידוד השימוש בתחבורה לא מוטורית וצמצום מספר הנסיעות הכולל, מאחר שניתן ביתר קלות לשלב פעילות שונות בנסיעה אחת (Bournot & Crane, 2001). ואילו לעיצוב השכונות השפעה על אטרקטיביות שימוש באמצעים לא מוטורים, נגישות לתחבורה ציבורית והיעילות היחסית של הרכב הפרטי (Marshall, 2001).

רוב המחקרים שעסקו בפיצול נסיעות הם מחקרים תיאורטיים, המתבססים על מודלים, הכוללים שתי קבוצות של משתנים: מאפייני הפרט (או משק הבית) ומאפייני אמצעי הנסיעה השונים (Ben-Akiva & Lerman, 1985). השפעת מערך שימושי הקרקע זכתה לתשומת לב פחותה. חלק מהמחקרים שעסקו בקשר זה מבוססים על תרחישי שימושי קרקע (למשל: van Wee & van der Hoorn, 2001), בעוד שאחרים התבססו על מודלים משולבים של תחבורה ושימושי קרקע (Wegener, 1994). אך לאור השונות בין מערכי שימושי קרקע יש חשיבות מיוחדת למחקרים אמפיריים אודות קשר זה. אך מספר המחקרים הללו מצומצם יחסית.

בשנים האחרונות מספר הולך וגדל של מחקרים מתמודד עם חוסר זה ובוחן את הקשרים התיאורטיים בין הרגלי נסיעה ושימושי קרקע באופן אמפירי (Banister, 2005, ch. 6). אך בין המחקרים יש שונות רבה הן ביחס לאופן בו מיוצגים מאפייני שימושי הקרקע (המשתנים הבלתי תלויים) והן ביחס למשתנים המאפיינים את הרגלי הנסיעה (המשתנה התלוי). שימושי הקרקע מיוצגים ברמות ניתוח שונות (מיקרו, מזו ומאקרו), מתייחסים לאספקטים שונים (צפיפות, עירוב ועיצוב) ומיוצגים באמצעות אינדיקטורים שונים. כך למשל, מדד אופרטיבי במחקר למידת עירוב השימושים יכול להיות ברמת השכונה ולהשוות בין שכונות מסורתיות (traditional neighborhood developments-TNDs) ושכונות חדשות (Kitamura et al., 1997), או הגדרה של מידת העירוב כפונקציה של היקף השימושים המסחריים הנמצאים במרחק הליכה מהבית

⁴ ברמה האזורית או הלאומית הכוונת הפיתוח לערים חדשות או מוקדי פיתוח אינטנסיביים שממוקמים בזיקה למוקדי תח"צ עשוי גם להשפיע על מידת השימוש בתח"צ (Banister, 2005).

(Cervero, 1996). דוגמא נוספת לאומדן עירוב שימושי קרקע היא מדדים אנטרופיים בין קטגוריות פעילות שונות (Cervero, 2002) או מדדים הבוחנים את האיזון בין פעילות שונות (Srinivasan, 2002). ייצוג שימושי הקרקע נעשה גם באמצעות מדדים משולבים, מדדים הנגזרים מיותר ממאפיין בודד. לשם כך נעשה שימוש בניתוח גורמים (Factor Analysis) (ראה למשל Cervero, 1989; Srinivasan and Ferreira 2002) שילוב של משתנים עם משקולות שווים (Douglas et al., 1997) או משקולות שונים למשתנים השונים (Replogle, 1990). לפיכך, אין זו הפתעה כי הממצאים בדבר הקשר בין עירוב שימושי קרקע ובין הרגלי הנסיעה אינם אחידים וקשה להצביע על מסקנות חד משמעיות.

גם משתנים המאפיינים את הרגלי הנסיעה יכולים להימדד בצורות שונות (נסועה כוללת של משק בית, מספר נסיעות של משק בית, פילוג הנסיעות של פרט, צריכת אנרגיה כוללת של עיר וכדומה). כמו כן, קיימת שונות במטרות הנסיעה (לעבודה, סידורים, פנאי) ויש הטוענים כי מטרות נסיעה שונות מושפעות באופן שונה ממרכיב שימושי הקרקע (Meurs and Haaijer, 2001) ובפרט, למטרת הנסיעה השפעה מרכזית בהחלטה אם ללכת ברגל או להשתמש באמצעים מוטוריים (Handy, 1996b).

מרבית המחקר שנעשה לבחינת השפעת שימושי הקרקע על דפוסי הנסיעה הוא אמריקאי (Snellen et al., 2002). בניגוד למחקר השפעות תשתיות תחבורה ציבורית על שימושי קרקע בו ניתן למצוא מחקרים רבים על ערים אירופיות, מחקר השפעות שימושי קרקע על דפוסי נסיעה בערים אירופאיות אינו רב. יתכן ומיעוט מחקרים אירופאים אמפיריים בנושא זה מעיד על סוגי העירוניות השונים ביבשות השונות: באירופה יש נטייה (היסטורית) לצפיפויות גבוהות יותר, למבנה עירוני מעורב יותר ולעיצוב המקל על הליכה ורכיבה באופניים ואלו נתפסים, כפי שנטען בדו"ח זה, כבעלי השפעות חיוביות על דפוסי הנסיעות של הפרט. בארה"ב לעומת זאת, החיפוש אחר אמצעי מדיניות לשיפור יעילות מערכת התחבורה היווה תמריץ לבדיקה אמפירית של הטענה כי השפעה על מערך שימושי הקרקע תניב יעילות תחבורתית וסביבתית ומכאן המחקר האינטנסיבי בתחום.

בפרק זה מוצגים מחקרים אמפיריים אשר בחנו את הקשרים בין שימושי קרקע ודפוסי השימוש בתחבורה. החלק הראשון מתמקד בהשפעות הצפיפות על הרגלי הנסיעה, החלק השני סוקר מחקרים שעסקו באספקטים שונים של עירוב שימושי קרקע ואילו החלק השלישי בסקירה מציג ממצאים שעסקו במאפייני עיצוב שכונתי והשפעתם על דפוסי השימוש בתחבורה.

3.1 צפיפות ופיצול נסיעות

צפיפות עירונית היא אספקט מרכזי בשיח המחקרי והתכנוני. לצפיפות מיוחסת השפעה על בחירת אמצעי הנסיעה, על הנסועה הכללית ועל צריכת אנרגיה לתחבורה (Cervero, 1996; Newman and Kenworthy, 1989). לצפיפות מגורים קורלציה עם שיעור גבוה יותר של שימוש בתחבורה

ציבורית (Cervero, 1994b; Polzin et al., 2000; Cervero, 1994a). עם זאת צפיפויות תעסוקה גבוהות (ביעד הנסיעה, ולא דווקא במוצא הנסיעה) משפיעות באופן מובהק יותר על שיעור גבוה של נסיעות בתחבורה ציבורית (Frank and Pivo, 1994; Ewing and Cervero, 2001). יתרה מזאת, מדידת צפיפויות ברמת המאקרו עשויה לפספס את השפעות הצפיפות כאשר הרזולוציה גבוהה יותר ויש הבחנה בין צפיפויות באזורים שונים של העיר והבחנה פונקציונלית כגון אזורי מגורים ואזורי תעסוקה שונים (Mindali et al. 2004).

טבלה 2 מציגה מספר מחקרים אשר עסקו בקשרים שבין צפיפות והרגלי נסיעה והממצאים המרכזיים שלהם. הממצאים העיקריים העולים מטבלה מצביעים על כך שבצפיפויות גבוהות יש שימוש נרחב יותר באמצעים לא מוטוריים (Frank and Pivo, 1996; Dunphy and Fisher, 1996). ומספר נמוך יותר של נסיעות למשק בית (Frank et al., 2000; Schimek, 1996). השפעות פוטנציאליות אלו נגזרות מן ההנחה כי בצפיפויות גבוהות המרחקים בין מוצא ויעד מצטמצמים (ולכך סך הנסועה קטן ויש סיכוי גדול יותר לתחבורה לא מוטורית), שירות התחבורה הציבורית טוב יותר והצפיפות תורמת לגודש בדרכים ולכן מקטינה את האטרקטיביות של רכב פרטי.

עם זאת, גישה ביקורתית יותר לבחינת הקשר בין צפיפויות עירונית והרגלי נסיעה מעלה טענה כי צפיפויות עשויות להיות במתאם גבוה עם משתנים אחרים המשפיעים על הרגלי נסיעה כגון עוני, גודש תנועה או מצאי חניה מוגבל (Boarnet and Crane 2001; Handy, 1996a). משתנה מתערב נוסף אשר עשוי לנטרל את השפעת הצפיפות הוא הנגישות (Kockelman, 1997). כמו כן, כיוון הקשר אינו ברור ויש חשד כי קיימת הטיית בחירה של משקי בית: אלו המעדיפים שימוש בתחבורה ציבורית ונסיעות לא מוטורית יתמקמו באזורים צפופים המשורתים טוב יותר על תחבורה ציבורית (Mokhtarian, 2002; Bagley and Kitamura et al., 1997). לפיכך, בבחינת הקשר בין צפיפויות עירונית והרגלי נסיעה יש לנטרל משתנים אלו. בנוסף, ישנם מחקרים אשר לא הצליחו למצוא קשר מובהק בין צפיפות והרגלי נסיעה (Gordon and Richardson, 1997; Ewing et al., 1996; Boarnet and Samiento, 1998). ניתן לראות כי במחקרים אשר בחנו קשר בין מגוון מאפייני שימושי קרקע וכללו בתוכם גם אינדיקטורים של צפיפות, משתני הצפיפות לא נמצאו כתורמים להסבר הרגלי הנסיעה (למשל, Miller and Ibrahim, 1998; Kasturi et al., 1998; Kockelman, 1997). גם מחקרים שבחנו התנהגות נסיעות במקומות שונים, עם צפיפויות שונות, לא בהכרח מצאו הבדל בפיצול הנסיעות, גם אם היה הבדל באורך הנסיעות (Maat, 2001).

ביקורת נוספת היא על המשמעות האופרטיבית של הקשר בין צפיפויות והרגלי נסיעה שכן גם שינוי משמעותי בצפיפות עירונית יגרום לשינוי זניח יחסית בהרגלי הנסיעה. בסימולציה הבוחנת הגדלת צפיפויות נבחנה השפעה פוטנציאלית של הגדלת צפיפויות ב- 50% (עליה דרמטית בציפוף) וזו הניבה ירידה בנסועה שנתית של 890 קילומטרים לאדם, מרבית ההשפעה הודות להשפעה על ירידה ברמת המינוע (Schimek, 1996). לפיכך הגדלת צפיפויות אינה יכולה להיות מדיניות אופרטיבית, גם לטווח הארוך בשל הקושי להשפיע באופן משמעותי על הרגלי הנסיעה. במקרים

רבים צפיפויות גבוהות ומבנה עירוני קומפקטי מצביעים עם תקופות היסטוריות שונות של עיור בהם באה לידי ביטוי גם תפקודה של מערכת התחבורה והרגלי הנסיעה באזור. מכאן, שלמרות ההבדל הנראה לעין בין ערים צפופות וערים מבוזרות יותר, הלקח ההיסטורי מסייע אך במעט למתכננים וקובעי מדיניות.

עם זאת, ישנן עדויות להשפעה ארוכת טווח של צפיפויות גבוהות דווקא בשולי המטרופולין המשורתים על ידי תחבורה ציבורית. דווקא בשכונות מרוחקות יחסית ממרכז העיר בא לידי ביטוי יתרון לתחבורה מסילתית שכן יתרונה של תח"צ עתירת נוסעים הוא בזמן הנסיעה בתוך הרכב (IVTT) ולא בזמן הנסיעה מחוץ לרכב (OVTT). לפיכך, אם מערך שימושי הקרקע בשולי המטרופולין תומך בתחבורה ציבורית (בין השאר באמצעות צפיפויות גבוהות) אזי מרחק הנסיעה הגדול יחסית מגדיל את כדאיות הנסיעה לתושבים המרוחקים מהמע"ר. שטוקהולם היא דוגמא לתכנון קפדני של פרברי העיר כך שאלו ישורתו ביעילות באמצעות תחבורה מסילתית. הצפיפויות הגבוהות המוצא, ולא רק ביעד, מאפשרות אגני היקוות מספקים לרכבת הפועלות שם ופעילות יעילה של התחבורה הציבורית (Cervero, 1995).

טבלה 2 : מחקרים הבוחנים את השפעת הצפיפות על הרגלי נסיעה

מחקר	אזור המחקר והיחידה הגיאוגרפית	ייצוג למשתני פיצול הנסיעות	ייצוג למשתני הצפיפות	ממצאים
Cervero , 1994a	3 אזורים מטרופוליניים בקליפורניה	שיעור נסיעות ברכבת לעבודה אמצעי הגישה לתחנות הרכבת	צפיפות מגורים סביב תחנות רכבת צפיפות ביעד הנסיעה	שיעור היוממים ברכבת גבוה יותר באזורי מגורים צפופים יותר אזורי מגורים צפופים מעודדים הליכה ברגל לתחנת הרכבת
Cervero , 1994b	3 אזורים מטרופוליניים בקליפורניה : משרדים הנמצאים עד חצי מייל מתחנת רכבת	שיעור נסיעות ברכבת לעבודה אמצעי הגישה לתחנות הרכבת	צפיפות תעסוקה סביב תחנות רכבת	שיעור יוממים ברכבת גבוה יותר עם עליה בצפיפות תעסוקה
Frank and Pivo, 1994	סיאטל, אזורים סטטיסטיים של הצנזוס	שיעור נסיעות בתח"צ/הליכה לעבודה שיעור נסיעות בתח"צ/הליכה לקניות	צפיפות אוכלוסייה במוצא ויעד צפיפות תעסוקה במוצא ויעד	שיעור נסיעות בתח"צ לעבודה ולקניות גבוה יותר בצפיפויות אוכלוסייה גבוהות (ממוצע צפיפויות של מוצא ויעד). שיעור ההליכה למטרות קניות גדול יותר בצפיפויות אוכלוסייה גבוהות במוצא, ובצפיפויות תעסוקה גבוהות ביעד.
Dunphy and Fisher, 1996	סקר ארצי בארה"ב	נסיעות לאדם נסיעות רכב לאדם נסיעות תח"צ לאדם נסיעות הליכה לאדם נסועות אדם	צפיפות אוכלוסייה	ככל שהצפיפות גבוהה יותר כך קטן מספר נסיעות רכב לאדם, בעוד שמספר הנסיעות בתח"צ לאדם ומספר התנועות המבוצעות בהליכה עולה. כמו כן כלל הנסועה לאדם נמוכה יותר.
Ewing et al., 1996	2 מחוזות בפלורידה	מספר נסיעות למשק בית	צפיפות כוללת של אזור תנועה (מגורים+תעסוקה)	אין קשר
Messenger and Ewing, 1996	מחוז בפלורידה	שיעור נסיעות באוטובוס לעבודה	צפיפות כוללת של אזור תנועה (מגורים+תעסוקה)	שיעור גבוה יותר של נסיעות עבודה באוטובוס (דרך ההשפעה של צפיפות על בעלות רכב ומחירי חניה)
Schimek, 1996	סקר ארצי, ארה"ב	נסועה למשק בית מספר נסיעות רכב למשק בית	צפיפות אוכלוסייה לפי אזורי מיקוד	נסועה כללית של משק בית נמוכה יותר בצפיפויות גבוהות. מספר קטן יותר של נסיעות רכב בצפיפויות גבוהות.
Friedman et al., 1994	ארה"ב	שיעור נסיעות באמצעים שונים	שכונות שהוקמו לפני ואחרי מלחמה"2 (שכונות ותיקות ופרברים)	בשכונות ותיקות שימוש בתח"צ והליכה גבוה יותר. מספר נסיעות רכב גבוה יותר בפרברים.
Miller and Ibrahim, 1998	מטרופולין טורונטו	נסועת רכב לנסיעות עבודה של עובד	צפיפות אוכלוסייה	אין קשר
Boarnet and Samiento, 1998	דרום קליפורניה	נסיעות שלא לעבודה לפרט	צפיפות אוכלוסייה בקבוצת בלוקים צפיפות תעסוקה במסחר/שירותים באזורי צנזוס צפיפויות אוכלוסייה/תעסוקה במסחר/תעסוקה בשירותים באזורי	אין קשר

מחקר	אזור המחקר והיחידה הגיאוגרפית	ייצוג למשתני פיצול הנסיעות	מיקוד ייצוג למשתני הצפיפות	ממצאים
Frank et al., 2000	מטרופולין סיאטל	נסיעות רכב למשק בית נסועה למשק בית שעות נסיעת רכב למשק בית VHT	צפיפות משקי בית (מקום המגורים) צפיפות תעסוקה (מקום מגורים) צפיפות תעסוקה (מקום עבודה)	פחות נסיעות באזורים כעם צפיפות משקי בית ותעסוקה גבוהה (במקום המגורים) נסועה ושעות נסיעת רכב נמוכים יותר באזורים כעם צפיפות משקי בית ותעסוקה גבוהה (במקום המגורים והעבודה).
Parsons and Brinckerhoff Quade Douglas, 1993	מטרופולין פורטלנד	נסועה למשק בית נסועה לפרט מספר נסיעות רכב	צפיפות משקי בית באזור תנועה	נסועה נמוכה יותר כשצפיפות משקי בית עולה
Kockelman, 1997	מפרץ סן פרנסיסקו	נסועה למשק בית נסועות נסיעות מהבית לא לעבודה הסתברות לבחירה בהליכה/רכיבה	צפיפות אוכלוסיה בשטחים מפותחים באזור צפיפות תעסוקה בשטחים מפותחים באזור	אין קשר
Giuliano and Dargay, 2005	השוואה: ארה"ב ובריטניה-סקר ארצי	נסועה כוללת של משק בית	צפיפות אוכלוסייה	בצפיפויות גבוהות יותר נסועה נמוכה יותר, אם כי בארה"ב ההשפעה גבוהה יותר (כיוון שבבריטניה גם בצפיפויות נמוכות יחסית יש עירוב ונגישות)
Kasturi et al., 1998	מטרופולין פורטלנד	נסיעות למשק בית נסועה למשק בית	צפיפות אוכלוסייה צפיפות מגורים-נטו צפיפות תעסוקה-נטו	אין קשר
Cervero, 2002	מחוז מונטגומרי, מרילנד	הסתברות לנסיעה לבד הסתברות נסיעה בתח"צ	צפיפות אוכלוסייה במוצא וביעד	ככל שהצפיפות גדלה, קטן הסיכוי לנסיעה לבד וגדל הסיכוי לשימוש בתח"צ

3.2 עירוב שימושי קרקע והרגלי נסיעה

שימושי קרקע מעורבים מציעים הזדמנויות לביצוע מספר פעילות יחד, ולפיכך הקטנת מספר הנסיעות הכולל לפרט או משק הבית, וכן נסועות משק הבית. עירוב השימושים מתייחס לעיתים לאיזון בין שימושי קרקע שמשמעותו כי באזור נתון ניתן יהיה לבצע פעילויות מגוונות והדרישה לצאת מהאזור לביצוע פעילויות רצויות תהיה קטנה ככל האפשר. איזון יכול להיות בין שימושים שונים או בין שני שימושים מרכזיים, למשל, איזון בין מגורים לעבודה. הפוטנציאל של איזון בין מגורים לעבודה בהשפעה על דפוסי נסיעה הוא בכך שצמצום מקומות עבודה באזור מגורים תאפשר למתגוררים באזור זה לעבוד באותו אזור ובכך תקטין את נסיעות היוממות הבין אזוריות, כיוון שנסיעות היוממות הן הגורם המרכזי של שעות העומס בדרכים, זכה אספקט האיזון בין מגורים ועבודה לתשומת לב מיוחדת. על פי הגיון זה, צריכה להיות התאמה בין גודל האוכלוסייה באזור ומספר מקומות העבודה המיוצרים באזור זה בכדי להפחית את אורך הנסיעות לעבודה. בחינת אמפירית של תרומת איזון בין מגורים לעבודה מלמדת כי איזון זה שולי בתרומתו להפחתת נסיעות (Ewing et al., 1996; Messenger and Ewing, 1996; Giuliano and Small, 1993). בין השאר בשל שימוש במדדים גסים מדי לאפיון האיזון (Pickrell, 1999), וכן בשל חוסר התאמה בין אופי היצע התעסוקה והביקוש לתעסוקה באזור נתון. חוסר איזון זה גורם ליוממות צולבת, המכונה על ידי המילטון "יוממות בזבזנית" (Hamilton, 1982). בנוסף למדדי איזון מגורים-עבודה ישנם מדדי איזון הלוקחים בחשבון מספר רב יותר של שימושי קרקע והשפעתם על נסיעות שלא למטרות עבודה בלבד.

בניגוד למדדי צפיפויות אשר ניתן למדד באופן ישיר ופשוט יחסית, אמידת עירוב שימושי קרקע עמומה יותר וניתן להציע מדדים שונים מאוד כדי לייצג את מידת העירוב, כפי שהודגם לעיל. לפיכך קיימת שונות רבה בין מחקרים באופן בהגדרה האופרטיבית של מדדי עירוב שימושי קרקע. לא מפתיע, לכן, למצוא מגוון ממצאים בנוגע להשפעת מידת עירוב שימושי קרקע על הרגלי נסיעה. ההשוואה בין המחקרים השונים צריכה להיעשות בזהירות ולהתייחס באופן ביקורתי למדד עירוב שימושי קרקע באופן אופרטיבי. טבלה 3 מסכמת מספר מחקרים אמפיריים הבוחנים את הקשר בין עירוב שימושי קרקע לדפוסי נסיעה, ובייחוד לפיצול הנסיעות.

Cervero מצא שלעירוב שימושים הנאמד בהימצאות בנייני מסחר בטווח של 300 רגל ממקום המגורים הייתה השפעה משמעותית על שימוש רב יותר באמצעים לא מוטוריים, אך השפעה פחות משמעותית על אמצעי נסיעה אחרים (Cervero, 1996). ואילו מחקר אשר השתמש במדד דומה (מרחק למינימרקט או לפארק הקרוב) מצא כי הקרבה לחנות אינה מסבירה דפוסי נסיעה, אך קרבה לפארק דווקא מעודדת שימוש רב יותר בהליכה/רכיבה ובתחבורה ציבורית (Kitamura et al, 1997). גם מחקר שביצעה חברת

קיימברידג סיסטמטיקס מצא כי עירוב הנמדד במונחים של המצאות שימושי קרקע שונים בטווח של רבע מייל משפיע על שימוש רב יותר בתחבורה לא מוטורית ובתח"צ (Cambridge Systematic Inc., 1994).

שימוש במדדים אנטרופיים נפוץ גם הוא במחקרים על שימושי קרקע. מדד אנטרופי של עירוב בודק את מידת הדומיננטיות של שימוש קרקע באזור. כך למשל אם בוחנים רק שני סוגי שימושים (מגורים ומסחר לדוגמה) ויש חלוקה של חמישים אחוז לכל שימוש, המדד האנטרופי יהיה 1, לעומת דומיננטיות מוחלטת של שימוש שמשמעה ערך הקרוב לאפס. נמצא כי למידת העירוב כפי שנתפסת במדדים אלו השפעה על הבחירה באמצעי נסיעה (Srinivsaan 2002; Cervero, 1989), ביצירת נסועה ובזמן כולל של נסיעות (Kockelman, 1997). עם זאת קיימים מחקרים אחרים שלא מצאו קשר משמעותי בין מדדי עירוב אנטרופיים ודפוסי נסיעות (Cervero and Kockelman, 1997).

מדדי עירוב כלליים יותר, ברמת מדידת מזו, הם השוואת שכונות מסורתיות (בהן יש עירוב שימושים קרקע גבוה יותר) ובין שכונות חדשות ומתוכננות יותר המאפיינות בהפרדה חדה יותר של שימושי קרקע. McCormack וחבריו השוו בין שכונות מסורתיות, שכונות חדשות ושכונות פרבריות (בהן מידת העירוב פוחתת, בהתאמה). בהינתן מאפיינים סוציו-אקונומיים דומים, תושבי שכונות מסורתיות נסעו כ-28% קילומטרים פחות מתושבי שכונות חדשות ו-120% פחות מתושבי שכונות פרבריות. עם זאת, זמני הנסיעה נותרו דומים (McCormack et al., 2001). מחקר נוסף שהשווה בין שכונות שונות והבחין בין שכונות עם אוריינטציה לתח"צ ובין שכונות עם אוריינטציה לרכב הפרטי מצא שימוש נרחב יותר בתח"צ בשכונות מהסוג הראשון (Cervero and Gorham, 1995). מדד המבחין בין שכונות בעלות אוריינטציות שונות כולל בתוכו הן מרכיבים של מידת עירוב שימושי הקרקע והן מרכיבים של עיצוב שכונות, פן הנדון ביתר פירוט בחלק השלישי של הדו"ח.

מדד נוסף העשוי לאפיין שימושי קרקע הוא מדד נגישות. מחקרים רבים בוחנים נגישות לפעילויות (עבודה, קניות, פנאי) והשפעתם על דפוסי הנסיעות. ישנם מדדי נגישות כללים לפעילות מסוימת, ומדדים לפעילות באמצעי מסוים (נגישות לקניות בתחבורה ציבורית או רכב פרטי). מדדי נגישות המבוססים על זמן ועלות הגעה לפעילויות מסוימות מייצגים, באופן עקיף, את מידת עירוב שימושי הקרקע באזור המגורים והתועלת המרחבית מקרבה לפעילויות ספציפיות. מחקרים שהשתמשו במדדי נגישות מקומית ואזורית מצאו כי עליה בנגישות מפחיתה את נסועת משק הבית (Handy, 1993; Ewing, 1995), אם כי מספר הנסיעות עשוי לעלות (Kasturi et al., 1998). עם זאת, כאשר הנגישות הגבוהה מבוססת בעיקר על רכב פרטי (קירבה לעורקי תנועה ראשיים, אזורי תעסוקה המשרתים

טוב על יד רכב פרטי), ישנה עליה בשימוש ברכב הפרטי והסיכוי לנסיעת נהג בודד ברכב הפרטי גדל (Cervero, 2002).

ניתן לראות כי הממצאים לגבי השפעת עירוב שימושי קרקע על דפוסי נסיעות מעורבים. בנוסף לשונות הממצאים הנובעת מהמדדים השונים, לא בכל המחקרים משתנים סוציו-אקונומיים הופנמו במודל, ולפיכך ביקורת מרכזית היא כי ההשפעות המיוחסות לשימושי הקרקע יפחתו ואף יעלמו אם יוכנסו משתנים סוציו-אקונומיים. דוגמא לכך היא מחקרים של Meurs and Haaijer (2001) אשר בחנו שני מודלים: עם וללא משתנים סוציו-אקונומיים. במודל הכללי נעלמו רוב ההשפעות של שימושי הקרקע אשר התקבלו במודל החסר.

עם זאת, קיימת עדות אמפירית לשימוש גדול יותר באמצעים לא מוטוריים כאשר ישנה רמה גבוהה יחסית של עירוב שימושי קרקע וכן השימוש בתחבורה ציבורית גדול יותר. מרכיב הנגישות מסתמן כגורם חשוב, לפיו ישנה חשיבות להנגשת אזורים באמצעות תחבורה ציבורית. נגישות גבוהה מעודדת שימוש בתחבורה ציבורית. אך נגישות אינה מרכיב המבוסס על שימושי קרקע בלבד, אלא על שילוב של שימושי קרקע ואספקת שירותי תחבורה. לפיכך, לא ניתן לבודד את מרכיב עירוב השימושים ממרכיב התשתית.

טבלה 3 : מחקרים הבוחנים השפעות עירוב שימושי קרקע על דפוסי נסיעה

מחקר	אזור המחקר	ייצוג למשתני פיצול הנסיעות	ייצוג למשתני עירוב שימושי הקרקע	ממצאים
Cervero, 1996	11 אזורים מטרופוליניים בארה"ב	מספר נסיעות באמצעי נסיעה שונים	המצאות של שימושי מסחר או שימוש שלא למגורים בטווח 300 פוט ממקום המגורים	שימוש בתח"צ והליכה/רכיבה גבוה יותר באזורים בהם יש מסחר ליד מקום המגורים, מרחק היוממות קצר יותר.
Cervero, 1991	6 אזורים מטרופוליניים ארה"ב	נסיעות רכב לעובד שיעור נסיעה בתח"צ מכלל נסיעות לעבודה שיעור הליכה לעבודה תפוסה ממוצעת לכלי רכב	בניינים עם שימוש למסחר ומשרדים לעומת בניינים עם משרדים בלבד	שיעור נסיעות בתח"צ גבוה יותר בבניינים עם עירוב שימושים תפוסה ממוצעת לרכב גבוהה יותר בבניינים עם עירוב שימושים
Cambridge Systematic Inc., 1994	מטרופולין לוס אנג'לס	שיעור נסיעות תח"צ / הליכה ורכיבה לעבודה נסיעות רכב ממוצעת לעבודה	עירוב : משתנה המודד הימצאותם של משרדים, מגורים, מסחר ושימושים נוספים בשטח של רבע מייל. גישות לשירותים : משתנה המודד הימצאותם של מסעדות, בנקים, מוסדות חינוך ושירותים נוספים בשטח של רבע מייל	שיעור השימוש בתח"צ גבוה יותר ככל שקיים עירוב שימושים או נגישות לשירותים. הליכה ואופניים בשימוש גדול יותר ככל שקיים עירוב שימושים או נגישות לשירותים.
Frank and Pivo, 1994	סיאטל, אזורים סטטיסטיים של הצנזוס	שיעור נסיעות בתח"צ/הליכה לעבודה, לקניות	מדד אנטרופי של עירוב שימושי קרקע איזון מגורים/תעסוקה בתוך אזורי מוצא ויעד	מרחק נסיעות וזמן הנסיעות לעבודה קצר יותר כשיש עירוב גדול יותר או איזון בין עבודה ומגורים אזורי תנועה.
Cervero and Gorham, 1995	דרום קליפורניה ומפרץ סן פרנסיסקו	שיעור נסיעות תח"צ לעבודה שיעור הליכה/רכיבה לעבודה	סוג שכונה : אוריינטציה לתח"צ או רכב פרטי	שיעור נסיעה בתח"צ גבוה יותר בשכונות מוטות תח"צ
Cervero and Kockelman, 1997	מפרץ סן פרנסיסקו	נסועה למשק בית נסועה לא לעבודה למשק בית של נסיעות שבסיסן הבית הסתברות לבחירת אמצעי נסיעה שונה מרכב פרטי לנסיעות שלא לעבודה	איזון שימושי קרקע (אינדקס אנטרופי) עירוב שימושי קרקע (אינדקס שונות) שיעור אזורים מסחריים מעורבים ורטיקלית שיעור של אזורי מגורים הנמצאים עד רבע מייל ממכולת	נסועה שלא לעבודה נמוכה יותר כשיש עירוב ורטיקלי רב יותר של מסחר
Kitamura et al, 1997	מפרץ סן פרנסיסקו	נסיעות לאדם הליכה/רכיבה לאדם שיעור נסיעות בתח"צ שיעור נסיעות בהליכה/רכיבה	מרחק למכולת הקרובה מרחק לתחנת הדלק הקרובה מרחק לפארק הקרוב	הליכה/רכיבה תכופים יותר כשקרובים לפארק שיעור נסיעות בתח"צ גבוה יותר כשקרובים לפארק
Cervero, 1989	ארה"ב-סקר ארצי	שיעור נסיעה באמצעים שונים	מדד אנטרופי של הטרוגניות שימושי קרקע	שיעור הנסיעות שלא ברכב פרטי גבוה יותר באזורים הטרוגניים יותר

מחקר	אזור המחקר	ייצוג למשתני פיצול הנסיעות	ייצוג למשתני עירוב שימושי הקרקע	ממצאים
McCormack et al., 2001	סיאטל	נסועת משק בית	שכונות מסורתיות, שכונות חדשות ושכונות פרבריות	תושבי שכונות מסורתיות נסעו כ-28% קילומטרים פחות מתושבי שכונות חדשות ו-120% פחות מתושבי שכונות פרבריות. זמני הנסיעה נותרו דומים
Srinivsaan and Ferreira 2002	מטרופולין בוסטון	הסתברות לבחירה באמצעי נסיעה שונים	פקטור המייצג עירוב בין שטחי מסחר ומגורים: הומוגניות, אנטרופיות וניגודיות	הסתברות לבחירה באמצעי שאינו רכב פרטי גבוהה יותר כשיש עירוב גבוה יותר
Cambridge Systematics, Inc., 1994	מטרופולין לוס אנג'לס	שיעור נסיעה באמצעים שונים תפוסה רכב ממוצעת לנסיעות לעבודה	מדד עירוב המודד המצאות משרדים, מגורים מסחר ושימושים אחרים בטווח של רבע מייל זמינות שירותים שונים (מסעדות, בנקים, חינוך ועוד) בטווח של רבע מייל	חלקם של תח"צ והליכה/רכיבה גבוה יותר כאשר יש עירוב שימושים משמעותי
Ewing et al., 1996	2 מחוזות בפלורידה	מספר נסיעות למשק בית	איזון מגורים-עבודה בתוך אזור נגישות איזורית	אין קשר
Messenger and Ewing, 1996	מחוז בפלורידה	שיעור נסיעות באוטובוס לעבודה	איזון עבודה-מגורים בתוך אזור מדד אנטרופי של עירוב בתוך אזור	אין קשר
Kockelman, 1997	מפרץ סן פרנסיסקו	נסועה למשק בית נסועת נסיעות מהבית לא לעבודה הסתברות לבחירה בהליכה/רכיבה	מדד אנטרופי של איזון שימושי קרקע מדד שונות של עירוב שימושים	נסועת משק בית נמוכה יותר באזורים עם עירוב גבוה נסועה שלא לעבודה נמוכה יותר עם רמה גבוהה יותר של עירוב ואיזון הסתברות לבחירה בהליכה/רכיבה גבוהה יותר עם רמה גבוהה יותר של עירוב ואיזון
Miller and Ibrahim, 1998	מטרופולין טורונטו	נסועת רכב לנסיעות עבודה של עובד	איזון עבודה/מגורים בטווח של 5 ק"מ תעסוקה בטווח של 5 ק"מ מרחק מהמע"ר מרחק ממרכז תעסוקה הקרוב ביותר	ככל שקרובים למע"ר לאזור תעסוקה, הנסועה יורדת
Ewing, 1995	פאלם ביץ', פלורידה	שעות רכב למשק בית	ארבעה מדדים של נגישות אזורית איזון מגורים/עבודה באזור	שעות נסיעה למשק בית נמוכות יותר כשהנגישות האזורית גבוהה
Handy, 1993	מפרץ סן פרנסיסקו	אורך ממוצע של נסיעות לקניות מספר נסיעות לקניות נסועת אדם לקניות	נגישות מקומית (מספר משרות במסחר באזור) נגישות אזורית (למרכזים מסחריים מוגדרים)	נסיעות קניות קצרות יותר ונסועת אדם לקניות נמוכה יותר באזורים עם נגישות מקומית או אזורית גבוהה
Kasturi et al., 1998	מטרופולין פורטלנד	נסיעות למשק בית נסועה למשק בית	מדד אנטרופי של איזון נגישות אזורית לעבודה נגישות אזורית של משקי בית	מספר נסיעות גבוה יותר באזורים עם נגישות גבוהה לעבודה נסועת משק הבית נמוכה יותר באזורים עם נגישות גבוהות
Cervero, 2002	מחוז מונטגומרי, מרילנד	הסתברות לנסיעה לבד הסתברות נסיעה בתח"צ	נגישות לעבודה עם רכב במוצא ויעד עירוב: תעסוקה במסחר באזור ביחס לאזור כולו	ככל שהנגישות עם רכב גדלה, כך גדל הסיכוי לנהיגה לבד לעבודה. ככל שיש יותר עירוב סיכוי גדול יותר לנסיעה בתח"צ

3.3 עיצוב שכונתי והרגלי נסיעה

סביבה פיזית הנוחה יותר להליכה מצד אחד, ומכבידה על השימוש הרכב פרטי עשויה להשפיע על פיצול הנסיעות. לסביבה מעודדת הליכה יש פוטנציאל השפעה הן על שימוש באמצעים לא מוטוריים, והן על שימוש רב יותר בתח"צ. עיצוב שכונתי עשוי להשפיע על משך הסמן הנדרש להגיע לאמצעי התח"צ, וכך על משך הזמן מחוץ לרכב (OVTT). כמו כן, נוחות ההליכה לתחנה וההמתנה לאוטובוס/רכבת משפיעים גם הם על הבחירה בתח"צ כאמצעי הנסיעה. לרוב, נמדדים מרכיבי העיצוב ברמת המיקרו ומחייבים רזולוציה גבוהה של איסוף נתונים מרחביים. יחסית למאפייני הצפיפות והעירוב של שימושי הקרקע, המחקר המתמקד במאפייני עיצוב חדש יחסית ומצאי המחקרים האמפיריים מצומצם ביותר.

מדידה של מאפייני עיצוב שכונתי, כמו במרכיבי הצפיפות ועירוב השימושים, מגוונת מאוד ושונה בין מחקר למחקר. יש הכוללים את מאפייני הכבישים (מספר נתיבים, שיעור דרכים ללא מוצא, שיעור צמתים ראשיות וכדומה), יש הבוחנים את מצאי ואיכות המדרכות, ויש המאפיינים את עיצוב השכונה באמצעות גודל הבלוקים, חזיתות וכדומה. מחקרים אחרים בוחנים את השפעת העיצוב על משך זמן ההגעה לתחנות תח"צ (Marshall, 2001). בנוסף, נבחנים מאפייני שכונה הקשורים לתפיסת הביטחון של התושבים (תאורת רחוב, מבנים נטושים) והשפעתם האפשרית על הליכה/רכיבה ושימוש בתח"צ.

ישנם מספר משתנים המשפיעים על השימוש בתח"צ והמושפעים מהעיצוב השכונתי. אלו כוללים את מרחק ההגעה הממוצע לתחנות, קלות ההתמצאות, תחושות הבטיחות והבטחון האישי בדרך לתחנת התח"צ ובקרבתה, והאפשרות לשרשר פעילויות בקרבת התחנה או בדרך אליה וממנה. בהקשר זה חשוב לציין שההתייחסות אינה רק לשכונת המגורים, אלא יש חשיבות גם לעיצוב אזורי התעסוקה. Marshall (2001) מסכם שורה ארוכה של תפיסות לגבי עיצוב שכונות, בדגש על עיצוב מערך הדרכים הפנימי ומסלולי הולכי הרגל ביחס לתחנות התח"צ, וסוקר את האמצעים שעשויים לסייע בעידוד הנגישות לתח"צ. אך הוא לא מביא עדויות אמפיריות להשפעות הרכיבים השונים הנידונים על ידו. טבלה 4 מסכמת מספר מחקרים אמפיריים שעסקו בהשפעת עיצוב על הרגלי נסיעה. רובם נערכו בארה"ב, דבר המגביל במידת מה את הרלבנטיות שלהם להקשרים אחרים.

בערים ופרברים אמריקאים, בהן המצאות מדרכות אינה שכיחה כבערים אירופיות, נמצא כי להמצאות מדרכות השפעה חיובית על הליכה/רכיבה (Troped et al., Kitamura et al, 1997; Parsons and Brinckerhoff Quade Douglas, 1993; 2001). כמו כן, סביבה ידידותית יותר להולכי רגל, הבאה לידי ביטוי במתן עדיפות פיזית להולכי רגל, טופוגרפיה נוחה או תאורת רחוב מגדילה את הסיכוי להליכה ורכיבת אופניים (Meurs and Haaijer, 2001; Troped et al., 2001; Parsons and Brinckerhoff Quade Douglas, 1993). להכבדה או הקלה על תנועת רכב פרטי השפעה אפשרית גם כן. בעוד הגדלת מצאי חניה תורמת לעליה בשימוש ברכב הפרטי הכבדה

על השימוש בו באמצעות הגבלת תנועה תורמת להפחתה בשימוש בו (Meurs and Haaijer, 2001).

קשרים בין מערך הרחובות והכבישים ובין דפוסי תנועה עמומים יותר. בחלק מהמחקרים לא נמצאו עדויות לקשר משמעותי ביניהם (Boarnet and Sarmineto, 1998; Boarnet and Greenwald, 2000; Messenger and Ewing, 1996) ואילו מחקרים אחרים מצאו השפעה על הסיכוי לשימוש באמצעים לא מוטוריים (Cervero and Kockelman, 1997; Snellen, et al., 2001).

בבוגוטה הקשר בין תנועות לא מוטוריות לבין מערכת התח"צ, המבוססת על נתיבים בלעדיים לאוטובוסים, העמד במוקד התכנון העירוני (Cervero, 2005). ההשקעות בראשית שנות האלפיים נקבעו כהפכיות למהירות התנועה. כלומר, ההשקעות היו בראש ובראשונה עבור הולכי רגל ורוכבי אופניים, ואחר כך לנוסעים באוטובוסים ולבסוף לרכב הפרטי. כך הוקמה מערכת של שבילי הולכי רגל ורוכבי אופניים המכוונת אל תחנות האוטובוסים. בצרוף הצפיפויות הגבוהות, התוצאות היו שימוש רב במערכת האוטובוסים, שהקיבולת שלה דומה לזו של מערכות מטר, עד כדי גדישתה תוך מספר שנים ספור (Cervero, 2005).

טבלה 4 : מחקרים שבחנו את הקשר בין עיצוב שכונה והרגלי נסיעה

מחקר	אזור המחקר	ייצוג למשתני פיצול הנסיעות	ייצוג למשתני עירוב שימושי הקרקע	ממצאים
Cervero, 1994	שלושה אזורים מטרופוליניים בקליפורניה	שיעור נסיעות הליכה/רכיבה	המשכיות מדרכות מהמוצא לתחנה	אין קשר
Messenger and Ewing, 1996	מחוז בפלורידה	שיעור נסיעות באוטובוס	רחובות שתי וערב בתוך האזור רחובות ללא המשך בתוך האזור	אין קשר
Cervero and Kockelman, 1997	מפרץ סן פרנסיסקו	נסועה כוללת נסועה לא למטרות עבודה הסתברות לבחירה באמצעי שהוא לא רכב פרטי	שיעור של צמתי ארבעה כיוונים (מדד לחיבוריות רחובות) שיעור בלוקים עם מדרכות שיעור בלוקים מרובעים רוחב מדרכות	נסועה שלא לעבודה נמוכה יותר כאשר שיעור צמתי ארבע כיוונים גבוה יותר, ושיעור בלוקים מרובעים נמוך יותר
Kitamura et al, 1997	מפרץ סן פרנסיסקו	נסיעות לאדם הליכה/רכיבה לאדם שיעור נסיעות בתח"צ שיעור נסיעות בהליכה/רכיבה	מצאי מדרכות בשכונה מצאי שבילי אופניים בשכונה	שכיחות הליכה/רכיבה גבוהה יותר כאשר יש מדרכות בשכונה
Boarnet and Sarmineto, 1998	דרום קליפורניה	נסיעות לא לעבודה לאדם	שיעור צמתי 4 כיוונים בטווח של רבע מייל מהמגורים	אין קשר
Meurs and Haaijer, 2001	הולנד	מספר נסיעות באמצעים שונים	מסלול אופניים בכניסה לבית חניה זמינה איזור עדיפות להולכי רגל אז הגבלת תנועה	באזור עדיפות להולכי רגל יש פחות נסיעות רכב כאשר יש חניה זמינה יש פחות הליכה ושימוש בתח"צ
Troped et al., 2001	ארלינגטון, ארה"ב	רכיבה באופניים ליוממות ופנאי	המצאות מדרכות טופוגרפיה תאורת רחוב	שימוש רב יותר ברכיבה כשיש מדרכות, תאורת רחוב וטופוגרפיה מישורית
Parsons and Brinckerhoff Quade Douglas, 1993	מטרופולין פורטלנד	נסועה למשק בית נסועה לפרט מספר נסיעות רכב	מדד אסטטיות (העדר גרפיטי, המצאות עצים לצד המדרכות, רוחב מדרכות) מדד בטיחות (המצאות מבנים נטושים, תאורת רחוב, מצאי מדרכות וכו')	שימוש בתח"צ גבוה יותר בסביבה אסטטית יותר שימוש בהליכה/רכיבה גבוה יותר בסביבה בטוחה
Srinivsaan, 2000	מטרופולין בוסטון	בחירה באמצעי נסיעה לעבודה, לא לעבודה שרשור נסיעות	נוחיות הליכה (רוחב נממצוע של מדרכות, שיעור כבישים ללא מדרכות ועוד)	נוחות הליכה במקום העבודה מעודד עשויה להקטין את השימוש ברכב הפרטי לנסיעות לעבודה
Cervero, 2002	מחוז מונטגומרי, מרילנד	הסתברות לנסיעה לבד הסתברות נסיעה בתח"צ	יחס אורך מדרכות/כבישים במוצא וביעד	הסתברות נמוכה יותר לנסיעה לבד ככל שיש מספר מדרכות/כבישים עולה במוצא וביעד
Boarnet and Greenwald, 2000		בחירה באמצעי נסיעה לנסיעות שלא לעבודה	אינדקס של מבנה רחובות (רשת), נוחות חציה, המשכיות מדרכות ומידת הכבישים ללא מוצא	אין קשרים מובהקים
Snellen, et al., 2001	17 שכונות ב7 ערים בהולנד	נסועה כוללת מספר נסיעות נסועה באמצעים שונים מספר נסיעות באמצעים שונים	מבנה רחובות (לולאה עם עץ, לולאה, לולאה עם רשת, רשת, עץ)	מבנה רחובות של רשת ולולאה מפחית נסועה ממונעת לנסיעות עבודה מבנה לולאה-עץ מגביר שימוש בתח"צ לנסיעות לקניות.

3.4 סיכום: תובנות לגבי שימושי קרקע שעשויים לעודד שימוש בתח"צ

הממצאים האמפיריים בדבר הקשר בין מערך שימושי קרקע ודפוסי נסיעה אינם חד משמעיים, ומידת השפעתם איננה ברורה. בניסטר מעריך ששימושי קרקע מסבירים כ-20-30% מהשונות בדפוסי הנסיעות ובחירת אמצעי הנסיעה, כאשר היתרה מוסברת על ידי בעלות על רכב ומשתני משק הבית (Banister, 2005, p. 126). עם זאת, ניתן לגזור מן הניסיון העולמי שפורט לעיל מספר אפיוני שימושי קרקע אשר עשויים לסייע בעידוד השימוש בתחבורה ציבורית, הן באמצעות השפעה על יעילות התחבורה הציבורית והן באמצעות השפעה על הקטנת המחיר של הגעה לתחבורה הציבורית (OVTT) בהליכה או רכיבה על אופניים. כמו כן, ישנן עדויות כי לשימושי קרקע פוטנציאל להפחית את נסועת האדם (בנוסף לנסועת רכב) אשר המושפעת גם ממספר הנסיעות וגם מאורכן.

מרכיב הצפיפות אשר נחקר באינטנסיביות יחסית מלמד כי אין להתייחס לצפיפות כוללת של המטרופולין אלא לצפיפות ביעד (לרוב, מוקדי תעסוקה) וצפיפות במוצא (כדוגמת פרברי סטוקהולם הבנויים בצפיפות גבוהה יחסית). בעוד גוף ידע רחב יחסית תומך בפוטנציאל הצפיפות ביעד (מקום העבודה לרוב), יש פחות עדויות התומכות, אמפירית, בחשיבות הצפיפות בשולי המטרופולין המשורתים על ידי תחבורה ציבורית. להוציא את המקרה המפורסם יחסית של סטוקהולם, פרברים ושכונות בשולי המטרופולין נתפסות בהגדרה, כבעלות צפיפויות נמוכות, ונדגמות כמייצגות צפיפויות נמוכות, בניגוד לאזורים במרכז העיר המייצגים צפיפות גבוהה יותר. לפיכך, למרות מיעוט מחקרים בנושא ומיעוט עדויות אמפיריות לכך, נראה כי יש לתת את תשומת הלב התכנונית גם לרמות צפיפויות מתאימות בשולי המטרופולין.

גם מרכיב עירוב שימושי הקרקע, למרות, אפיוניו הרבים וממצאיו המגוונים מצביע על פוטנציאל השימוש בתחבורה ציבורית כאשר הנגישות לשירותים שונים באמצעות תחבורה ציבורית גבוהה וכאשר ישנו עירוב משמעותי של שימושי קרקע. באופן כללי, נגישות מקומית ואזורית גבוהה מתואמים עם נסועה קטנה יותר ושימוש גדול יותר בתחבורה ציבורית. נראה כי עירוב שימושי קרקע משמש כגורם המגביר אטרקטיביות של אזור (בשל ביקושים לשירותים המגוונים בו) ומאפשר, בין השאר לתחבורה הציבורית לפעול ביעילות גבוהה יותר.

מרכיב העיצוב השכונתי משפיע על מידת השימוש בתח"צ, בעיקר כפונקציה של השפעתו על השימוש באמצעים לא מוטוריים, ובייחוד הליכה ברגל, שכן הליכה היא אמצעי משלים לתח"צ (ההליכה אל ומהתחנה). עיצוב השכונה ועיצוב אזורי התעסוקה משפיעים על מרחקי ההליכה אל התחנות ומהן, וכן על תחושות הבטיחות, בטחון אישי ונוחות ההליכה. בסביבה בטוחה ונוחה להולכי רגל אטרקטיביות השימוש בתחבורה הציבורית עולה.

4. השפעת מתע"ן על המערך המטרופוליני (רמת מאקרו)

השפעות ברמת המאקרו הן השפעות הבאות לידי ביטוי ברמה המטרופולינית או העירונית. כאן הציפייה היא שמערכות רדיאליות כרכבות יעודדו התגבשות דגם עירוני ומטרופוליני המאופיין בדפוסי פיתוח ובינוי צפופים וקומפקטיים, תוך שמירת כמות הפעילות במרכז. ציפייה זו מתבססת על ההנחה שרכבות מגבירות את הנגישות למרכז ביחס לשאר המטרופולין (Bajic, 1983; Boyce, 1972; Landis et al., 1995; Knight and Trygg, 1977).

לאור העושר התיאורטי הקיים ברמה זו, ישנו ניגוד מסוים לעמודת הספרות האמפירית הקושרת בין השקעות ברכבות לתמורות בשימושי הקרקע. הסיבה לכך נובעת מאיטיות השינויים בקרקע, בהשוואה לשינויים בהתנהגויות הנסיעה. נוסף על כך, המחקרים סובלים לעיתים מבעיות מתודולוגיות רבות, כהשפעתם של גורמים חיצוניים על השינויים בקרקע, שאינם קשורים לתחבורה דווקא, וקשה לבדודן ממשותני תחבורה. כך למשל, יהיו מגמות בגידול האוכלוסייה, תמורות כלכליות המשפיעות על סגנון החיים, יצירת משקי בית, דפוסי צריכה, שינויים טכנולוגיים ומידת חוזה של מערכת התכנון (Badoe and Miller, 2000). למעשה, לא נמצא מחקר השפעה בו נעשתה בדיקה דמוית-ניסוי, כך שהשפעת ההשקעה בתחבורה בודדה משאר משתנים היכולים להשפיע על מערך שימושי הקרקע. עם זאת, בשנים האחרונות הורחב המחקר לאור הדאגה המובעת בשיח הציבורי בדבר ההתפשטות הפרברית והפגיעה בשטחים פתוחים והמרתה של קרקע חקלאית לקרקע עירונית (Ewing, 1997; Fulford, 1996).

הקשיים המתודולוגיים שהועלו עד כה, מחריפים כאשר באים לדון בקשר בין מתע"ן לפיתוח שימושי קרקע בעידן הבתר-תעשייתי. בסעיף הבא קשיים אלו נידונים. לאחר מכן המחקרים שהתמודדות עם סוגיית ההשפעה ברמת המאקרו נידונים בחלוקה גיאוגרפית: צפון אמריקה, אירופה ודרום אמריקה. לכל אורך הפרק אין הבחנה בין סוגי רכבות, בשל מיעוט העדויות, אלא ההתייחסות היא לכולן כמקשה אחת. ניתן לשער, יחד עם זאת, שלכל סוג רכבת עשויה להיות השפעה בעצמה אחרת על שימושי הקרקע. סקירה מפורטת יותר של מחקרים אלו מוצגת בנספח.

4.1 הקשיים בהערכת הקשר בין תחבורה עתירת נוסעים ופיתוח שימושי קרקע בעידן הבתר-תעשייתי

התמורות הכלכליות המאפיינות את הכלכלה הבתר-תעשייתית המבוזרת באופייה המרחבי (השענות על טלקומוניקציה ועל מבני תעשייה נרחבים, שמרכז העיר אינו יכול לספק, בדרך כלל) מקשות על רכבות לעצב את החלל העירוני-מטרופוליני (Gordon & Richardson, 1997; Rubin et al. 1999). הטענה המרכזית היא כי יתרון של רכבות באות לידי ביטוי בעיקר באזורי מגורים צפופים (המאופיינים, לרוב גם בחתך חברתי נמוך), ולאורך פרווזורים רדיאליים המחוברים בין פרברים מרוחקים למע"ן המטרופוליני או למרכזי משנה אחרים בעלי ביקושי תעסוקה גדולים דיו להתחרות בעוצמתו של המע"ן (Fielding, 1995; Hadj-Chikh and Thompson, 1998).

הפרבור העצום בארה"ב (Nivola, 1999; Lord, 1988; Cervero, 1989) ובמידה פחותה באירופה (Mackensen, 1999) לא מבשר טובות להשקעות ההון העצומות ברכבות. כדי שרכבות תוכלנה למלא את ייעודן ביעילות, יש צורך בבנייה צפופה יותר שתהווה אגן היקוות מזין דיו לנוסעים בהן. בצפיפויות נמוכות, מרחקי ההגעה אל תחנות הרכבת גדולים ולכן הנסיעה ברכבת כוללת מרכיב גדול יחסית של "זמן נגישות". כמו כן, ישובים קטנים (גודל שוק מינימאלי) אינם מתאימים לשירות רכבתי, בשל העובדה שתאוצה ובלימה של רכבת יקרה יחסית מבחינה אנרגטית ומבחינת זמן הגעה. לכן עצירות תכופות פוגעות ברמת השירות של כלל המערכת, וזאת עבור מספר מצומצם של נוסעים פוטנציאליים. מצד שני, בנייה צפופה תהיה יקרה יחסית וכדאי יהיה לנקוט בה רק במידה ומחירי התחבורה והתקשורת גבוהים דיים (Gordon and Richardson, 1997). אך ירידתם המתמשכת של עלויות התקשורת והתחבורה מאפשרים יכולות ניידות גבוהות גם בפריסה מרחבית דלילה ומפחיתים עוד יותר את יתרונה של הרכבת (Giuliano, 1995; Giuliano and Small, 1993; Gordon & Richardson, 1997).

במצב שכזה מערכות רכבות יתקשו להביא להסטת נוסעים מהרכב הפרטי בשל העלויות הנמוכות הכרוכות בנסיעה בה. כך למשל, אמיר (2000) מצאה כי שיפורים ברמת השירות ברכבת בין באר-שבע לת"א תהיה בעלת השפעה קטנה יחסית על פיצול הנסיעות של יוממים בקו זה. הסיבה שהעלתה, נגעה בעיקר לעלות הנסיעה הגבוהה ברכבת עבור רוב הנוסעים גם לאחר השיפורים בה (כהגדלת התדירות) ביחס לרכב הפרטי.

הגידול בשיעור משקי הבית המכיל יותר ממפרנס אחד, ההטרוגניות הרבה במקורות התעסוקה וירידתם המתמשכת של עלויות התחבורה, הופכים את תהליך קבלת החלטות המיקום (ומכאן גם על שימושי הקרקע) למורכבים יותר ומפחיתים למעשה את חשיבות שיקולי עלות היוממות. תמורות מבניות אלו מצמצמות דווקא את דגם נסיעות היוממות לעבודה בו לרכבת יתרונות תחרותיים על פני אמצעי תחבורה אחרים, לעומת פלח הנסיעות לשירותים עירוניים בה לרכבת יתרון תחרותי קטן יותר (סלומון ואחרים, 1997; Jansen, 1993). משום כך, הנחות יסוד במודלים מסורתיים, כמודל ההתפתחות העירונית של Alonso מתקשים לתאר את המציאות ולחזות החלטות מיקום באוריינטציה לאמצעי תחבורה (Giuliano and Small, 1993; Pickrell, 1999).

יתרה מזו, לצד יתרונות המיקום והנגישות במוקדי הרשת, תחנות רכבת עלולות לסבול מתועלות שליליות (כרעש, זיהום ואף העדרו של נוף מושך), המקזזים בתועלת החיובית הנלוות לשיפור הנגישות. Ihlanfeldt ו-Bowes (2001) מצאו כי תחנות רכבת היוו מקור לפשיעה, בשל שיפור הנגישות לשכונות בהן ממקומות התחנות עבור זרים. במינכן בנייתה של מערכת רכבות באה על חשבון רמת השירות של אוטובוסים, ובכך הביאה לפגיעה בנגישות של אזורים שלא שורתו על ידה

(Kreibich, 1978). Guo ו-Hsu (2001) הראו כי נסיעות יוממות ברכבת ממקומות הסמוכים למע"ר, יביאו דווקא לגידול בזמני הנסיעה, בשל הגודש הצפוי (ובמידה רבה, הקיים) בצירי התנועה המובילים למע"ר ולמקווי התעסוקה בו. לזאת יש להוסיף את הגודש שצפוי להיווצר בכניסה למגרשי החנייה בתחנות והגודש האנושי בכניסה לתחנה עצמה. תועלות שליליות אלו עלולים לפגוע בתחרותיות הרכבת על פני אמצעי נסיעה אחרים.

למגמות אלו ניתן להוסיף את העובדה כי במטרופולינים גדולים התכנסות הבנויה ברובה קיימת, כך שיכולותיה של הרכבת להשפיע על תהליכים אורבניים צפויים להיות מינוריות, בין היתר בשל חולשתן של מערכות התכנון (בעיקר באמריקה) ובשל אריכות חייהם של תשתיות פיסיות בנויות (Giuliano, 1995; Giuliano and Small, 1993; Gordon & Richardson, 1997; Rubin et al. 1999). מערכות מסילתיות מאופיינות בקשיחות מערכתית גבוהה, כך שברמה העירונית-מטרופולינית ואף ברמה המקומית הן עלולות לסבול מהיעדר גמישות עם השינוי העיתי בארגון שימושי הקרקע (Salomon and Feitelson, 2000; Crampton, 2000). במחקר שבחן את השפעת הרכבת במנצ'סטר על מחירי הדיור בקרבתה, נמצא שלרכבת השפעה שלילית על מחירי הדיור, בין היתר, משום שהמערכת נבנתה במאה התשע עשרה ושיקפה את דפוסי הביקוש המרחביים מן המאה הזו. יכולתה להסתגל לשינויים שחלו במאה השנים מאז נבנתה היו קטנים, בשל קשיחותה המבנית ומכאן נבע חסרונה (Forrest et al., 1996).

4.2 ההשפעות בצפון אמריקה

המחקר בצפון אמריקה מראה כי ההשפעה שהייתה לרכבת על שימושי קרקע מגוונת ולא חד משמעית. במחקר מוקדם שבחן שינויים בשימושי הקרקע בטורונטו ביחס להשקעות בתשתיות תחבורה יצר Bourne (1969) מודל דו שלבי שהראה כי המרחק ממרכז העיר ומתחנת הרכבת המרכזית היו המשתנים המשמעותיים ביותר בחיזוי שיעור מיזמי דיור ומשרדים, כמו גם לבנייתם של מתקני חנייה ברחבי המטרופולין. מחקרו של McMillen (1989) העלה מסקנות דומות, כאשר מצא שסמיכות למסילת ברזל וסמיכות לערים מרכזיות באילינוי ובראשן שיקגו הסבירה באופן מובהק פיתוח שימושי קרקע למגורים. Badoe and Miller (2000) מדווחים על מחקרם של Green and Jones (1993) שמצאו כי לרכבת בווינגטון היו השפעות ניכרות על הפיתוח העירוני, בעיקר לאורך פרוזדור המסילה ובסמוך לתחנות הרכבת, שנהנו מצמיחה גדולה יותר בהשוואה לאלו שבאזורים אחרים במטרופולין.

Knight and Trygg (1977) מדווחים על כמה מחקרים אמפיריים בשורת מטרופולינים בהם הוקמו רבות. במונטריאול, קנדה נמצא כי מערכת המטרו המקומית היוותה גורם מרכזי בגיבוש אופיו ועוצמתו של המסחר במע"ר. לצדה, הם מציינים משתנים נוספים שהיו מכריעים בהשפעתם, כקרקע פנויה לפיתוח שהיוותה מרכיב חשוב בהתחדשות העירונית של מע"ר זה. לעומת ממצאים חיוביים אלו, נמצאה השפעה מועטה באזורים שמחוץ למע"ר. בבוסטון, נמצא כי

להארכת קו המסילה היו השפעות מעורבות על שימושי הקרקע. בחלק אחד של העיר נמצא כי לקו הרכבת הייתה השפעה רבה בבחירת המיקום של מיזמי פיתוח. גם במקרה זה, נמצאו מספר משתנים מתווכים שהעצימו השפעה זו, כמו זמינות קרקעית, מחירי נדל"ן נוחים וכיוצא באלו. לעומת זאת, בחלק אחר של העיר נצפתה השפעה קטנה באזורי התחנות שבקו. השפעות מועטות על שימושי הקרקע נמצאו גם בשיקגו ובקליבלנד.

לצד מחקרים אמפיריים אלו, מעטים הם המחקרים המעידים שלרכבת הייתה השפעה על שימושי הקרקע בלא התערבות מוסדית מעמיקה. Fogel (1970) ער לכך וטוען כי הוזלת עלויות התחבורה מהוות אולי תנאי הכרחי להשפעה כלכלית, אך בהחלט לא תנאי מספק. על פיו, נדרשים תנאים נוספים ליצירת השפעה מסוג זה ובראשם מדיניות מעודדת פיתוח. לתפקידה של מערכת התכנון בעידן הבתר-תעשייתי השפעה מכרעת בהשפעת התח"צ על המבנה העירוני (Wegener and Fürst, 1999). במקומות שבהן לרכבות הייתה השפעה על שימושי הקרקע הפגינו מערכות התכנון התערבות מוסדית מעמיקה שחייבה תיאום ושילוב בין השחקנים הרבים המעורבים ביישומה של מדיניות שכזו (Cervero, 1998).

בפורטלנד, בנייתה של רכבת קלה לוותה במדיניות תכנונית בה הוכוונו ביקושי הפיתוח, לתוך מרקמים עירוניים בעלי גבולות ברורים וידועים, תוך שיתוף גורמים רבים מהחברה האזרחית. בתוך גבולות אלו נעשה ניסיון למשוך את מירב הפיתוח לאורך פרוזדורי הרכבת הקלה, תוך הגדלת אחוזי הבנייה באזורי התחנות ובעיקר בתחנות הפזורות במרכז העיר (Cervero, 1998). מדיניות זו, הצליחה לייצר מרכז עיר המהווה מוקד תעסוקה ודור המאגד בתוכו נתח מרכזי מנסיעות היוממות (Post, 1988; Cervero, 1998). לעומתה, בנייתן של רכבות במיאמי ובאטלנטה נכשלו על אף השקעת ההון העצומה בהן, בעיקר בשל ההתערבות הרגולטיבית המינימלית ועל רקע הבנייה הפרברית העצומה בהן (Catanesi, 1988).

בטורונטו, קנדה, לצד תהליכי ביזור בעשרים השנים האחרונות (Filion, 2000), אופיינה זו במדיניות תחבורה המכוונת את שימושי הקרקע למוקדי התח"צ המסילתי ולמע"ר המטרופוליני. Dewees (1975) מדווח על ההשפעות החיוביות שהיו לקו הרכבת התחתית בטורונטו על ערכי הדיר במטרופולין זה. במחקר נוסף עלה כי לרכבת היו השפעות חיוביות על צפיפות האוכלוסייה באזור הסמוך לקו לעומת אזורים המרוחקים ממנה (Knight and Trygg, 1977). לצד ממצאים חיוביים אלו Knight and Trygg מדווחים על מחקרו של Abouchar משנת 1973 (אצל Knight and Trygg, 1977) שהסיק כי לרכבת התחתית בטורונטו לא הייתה כלל השפעה על ערכי נכסים במטרופולין. עם זאת, המידע נאסף 11 שנים לאחר פתיחת קו התחתית הראשון ולאחר שרוב חלקיה האחרים של המערכת אושרה או שהיו בבניה. כך שמבקרו של Abouchar טענו כי

השפעותיה של הרכבת התרחשו בתקופה שלפני איסוף הנתונים וכי מחקרו בעצם פספס השפעות אלו.

הרכבת בטורונטו היוותה את עמוד השדרה בעיצוב המטרופוליני, הודות למערכת מורכבת של אמצעי מדיניות ובמידה רבה לעיתוי מוצלח. בניית הרכבת נעשתה במקביל לצמיחה כלכלית ודמוגרפית שחוותה העיר (Pill, 1988). התכנון הקנדי הצטיין בריכוז פעילויות סביב לתחנות הרכבת, תוך נקיטת שורת אמצעי מדיניות משמעותיים (Filion, 2000; Cervero, 1998; Rothblatt, 1994; Pill, 1988): בונסים כלכליים בעבור בנייה באחוזים גבוהים במוקדי תח"צ, גם למסחר וגם למגורים. במקביל הושמו הגבלות חמורות על בניית מגרשי "חנה וסע" למנוע פיזור פרברי של המגורים. מדיניות ציפוף זו אפשרה נגישות לפעילויות שונות במרחקי הליכה, רכיבה על אופניים ונסיעה באוטובוסים להזנת מערכות הרכבת. כמו כן, מערכת התכנון הקנדית נהנתה מהיכולת להפקיע נכסים פרטיים לצורך ציבור תמורת פיצוי, דבר שהעניק לה עוצמה רבה בהכוונת ביקושי השוק לשימושי הקרקע השונים.⁵

Giuliano (1995) שבחנה את השפעות מערכות תח"צ מסילתיות בארה"ב (בוושינגטון, אטלנטה וסן פרנסיסקו), על שימושי הקרקע הגיעה למסקנה כי בעידן שלאחר מלחמת העולם השנייה למערכות אלו לא היו השפעות עקביות על המבנה העירוני. הבולטת שבמערכות אלו הייתה מערכת ה-BART (*Bay Area Rapid Transit*) בסן פרנסיסקו. משורה ארוכה של מחקרים עולה כי השפעותיה על שימושי הקרקע לא היו משמעותיות, על אף הציפיות התכנוניות הגדולות. הסיבות לכך רבות ובהן ניתן למנות את המרחקים הקצרים בין תחנה אחת למשנה, בעיות תפעוליות שאפיינו מערכת זו, מימושם של ביקושים סמויים, ביזור אזורי תעסוקה, היחלשותו של המע"ר והעדפות צרכנים לדיור בצפיפויות נמוכות, שמערכת ה-BART התקשתה לשרת. הציפייה לציפוף הבנייה סביב תחנותיה התממשה בהיקפים מצומצמים בלבד, כמו בתחנת *Walnut Creek*. אך כאן ניתן לקשור פיתוח זה למדיניות התכנון המקומית, שעודדה פיתוח סביב לתחנה זו. עם זאת, ברוב התחנות צמיחה שכזו לא התרחשה, מאחר ואזור סן-פרנסיסקו כולו חווה דעיכה, סבל באזורי התחנות ממחסור בקרקעות פנויות לפיתוח ונתקל פעמים רבות בהתנגדות תושבי האזור למדיניות "שיקום" באוריינטציה רכבתית (Giuliano, 1995).

מחקרם של Landis et al. (1995), אושש מגמות אלו. אלו בחנו בעזרת מודל LOGIT רב משתני את השפעת מערכת ה-BART על שימושי הקרקע. המודל הראה תוצאות מעורבות ולא חד משמעיות. בחלק מהמקרים נמצא שבאזורים הפנויים מבנייה, התפתחות שימושי הקרקע למטרות מסחר ותעשייה וגילום מחיריה ההדוניים של הקרקע היו פונקציה של קרבה לתחנת

⁵ על אף האמור לעיל, השימוש ברכבת בשנים האחרונות מאופיין בירידה מתמדת עקב שינויים ערכיים בחברה הקנדית והשמת הדגש על תהליכי שוק על חשבון התערבות מוסדית במדיניות הקרקעית, תוך התגברות כוחם הפוליטי של מוקדים פרבריים על חשבון כוחה של העיר המרכזית (Soberman, 1997). לאור זאת, יש לשער כי השפעתה של הרכבת תלך ותיחלש בשנים הבאות.

רכבת. מאידך, בחלק אחר מן המקרים כלל לא נמצאה זיקה, כששאר המשתנים הושארו קבועים. כמו כן, הממצא הראה קשר חלש בין התפתחות שימושי קרקע למגורים לבין הקרבה לתחנות. עם זאת, המודל הצליח להסביר, בחלק מן האזורים מגמות של הסבת מגורים לשימושי מסחר ותעשייה.

למסקנות דומות הגיע Boyce (1972), כאשר השווה מגמות פיתוח בשני חקרי מקרה (*Voorhees-ו-Lindenwold*) בזיקה לקו הרכבת המהיר בפילדלפיה. הממצא הראה כי קו הרכבת ששירת את שני הפרברים, היווה אמנם משתנה חשוב בעת השיווק ליזמים, אך היה משני ביחס למשתנים אחרים כביקושים אזוריים לדור, מדיניות פיתוח מקומית, קיומה של קרקע פנויה לפיתוח ואג'נדה פוליטית וכלכלית של נבחרי הציבור. Boyce הסיק שהרכבת במקרה זה היוותה תנאי הכרחי לפיתוח בשני הפרברים, אך לא תנאי מספק. Paaswell-ו-Berechman (1983) שבחנו את השפעתה העתידית של הרכבת הקלה בבופאלו על שורת משתנים כפעילויות מסחר, נגישות למרכז העיר, צמיחה כלכלית ודפוס ההתפתחות הקרקעית, מצאו גם כאן כי לתחנות רכבת עתידות להיות השפעות קטנות ביותר על משתנים אלו. המסקנה שהעלו הייתה כי אם אכן עתידות להיות השפעות, הרי שאלו ירוכזו בעיקר במרכז העיר, בשל יתרונות הנגישות שבו.

4.3 ההשפעות באירופה

באירופה הקשר בין דגם שימושי קרקע לבין תחבורה באזורים האורבניים מצטיין ברמת ממשל, אכיפה ותיאום גבוהות בכל הדרגים. הממשלים הלאומיים והמוניציפליים ביבשת זו (בעיקר מערבה וצפונה של היבשת) חותרים לאיזון מתמיד בין מדיניות קרקעית לאמצעי תח"צ, במטרה לחזק את המרכז העירוני. כך למשל, Pharoah and Apel (1995) שהשוו בין מדיניות התחבורה בערים שונות באירופה מצאו כי למדיניות שנועדה לעודד את השימוש בתח"צ הייתה השפעה חיובית על הפיתוח הכלכלי במרכזי הערים, בלא שנמצאה עדות שלהגבלת השימוש ברכב הפרטי שם היה אפקט שלילי. ניתן לייחס הצלחה זו למדיניות התיאום הגבוהה הבין-מוסדית.

מודל ה-Verkehrsverbund הקיים במדינות מרכז אירופה כגרמניה, שווייץ ואוסטריה, הנו דוגמה בולטת למדיניות זו (Cervero, 1998; Pucher and Kurth, 1996). מודל זה, המכוון ליצירת קהילות שבמוקדן תחנות הרכבת, יושם למשל במינכן. שם הוקמו מנגנוני תכנון ותיאום חזקים בין מוסדות הפיתוח העירוניים לתחבורתיים: ה-MVV ו"התאחדות האזורית של מינכן" האחראים לתכנון ותיאום הצמיחה העירונית דרך קשת רחבה של גופים סטטוטוריים. ארגונים אלו סייעו לפתור בעיות במערכת התחבורה, כגון קביעת שיטת הכרטוס, מבנה התעריפים, תיאום בין לוחות זמנים וצמצום מעברים מיותרים בין קווים. במקביל גיבשו ארגונים אלו מדיניות אזורית כוללת, בעזרתן של תוכניות איזור ושלטה על שימושי קרקע, המכוונים את ביקושי השוק לצירים הרדיאליים של הרכבת, כך שכל תוכנית פיתוח למגורים, למסחר ולתעשייה חויבה להיבנות סביב לתחנות. לצורך עידוד השימוש ברכבות ולהגברת הטיילות הרגלית הגבילה ההתאחדות את מספר מקומות החנייה בעיקר באזור תחנות הרכבת.

הממצא האמפירי, מאידך, מראה כי לרכבת במינכן הייתה השפעה דו כיוונית על המבנה העירוני. מצד אחד, לרכבת מיוחס תפקיד מרכזי בחיזוקו של המרכז המטרופוליני, ופיתוחם של אזורים מגורים בצפיפות גבוהה המוכוון לפרוודורי התנועה הרדיאליים (Cervero, 1998). Kreibich (1978) מתאר לעומת זאת תהליך הפוך בו הרכבת סייעה בהאצתם של תהליכי פרבור. הוא מצא גידול בשיעורי הצמיחה למגורים, בעיקר באזורים הפרוסים לאורך פרוודורי המסילה, רחוק בתוך ההינטרלנד הכפרי. הרכבת, למעשה, עודדה הרחבתם של פתחים בין אזורים, כאשר אזורים שנהנו מנגישות מיידית לתחנות הרכבת בשתי קצוות המערכת נהנו מצמיחה מואצת. מצד אחד, היה נהנה אזור המע"ר, אליו כוונה המערכת, מנגישות גבוהה, ומצד שני אזורי קצה, שנהנו מקרבה לתחנות הרכבת וחוו צמיחה דמוגרפית וכלכלית. אזורים עירוניים שלא שורתו על ידי הרכבת, סבלו מדעיכה כלכלית וירידה בנגישותם, בייחוד לאור הפגיעה בקווי אוטובוס בעטייה של בניית הרכבת. מגמות דומות עלו מתוך ניתוח מדדי נגישות על השפעתה הכלכלית של הרכבת המהירה באירופה (Vickerman et al., 1999). במקרים אלו, נמצא כי הרכבות הביאו לגידול הפתחים בין אזורים המרכז, שנהנו מנגישות מוגברת, לבין אזורים שוליים שלא שורתו בידי הרכבת, וחוו עקב כך קצב צמיחה נמוך יותר.

בשטוקהולם, ההתערבות המוסדית התבטאה במדיניות ארוכת טווח של רכישת קרקעות, תוך הכוונת הפיתוח העירוני לקרבת תחנות רכבת. כך המערך המסילתי הוא זה שקבע את הדגם העירוני-מטרופוליני (Cervero, 1998, Cervero, 1995). רשויות הממשל בשטוקהולם ניצלו את החלל הרב, שהיה פנוי לפיתוח ואפשר לכוון את פיתוח העיר למסילה, תוך ציפוף שמושי הקרקע סמוך לתחנות הרכבת. התוצאה הייתה בנייתה של עיר המורכבת ממוקדי משנה סמי-פרברים סביב לתחנות. עירוב שימושי קרקע בשטוקהולם, אפשר תנועת יוממים במרחב המעויר לאורך כל שעות היממה, תוך ניצול תנועת הרכבות הדו כיוונית. התוצאה היא פיתוח קומפקטי תוך איזון מרחבי (Cervero, 1998, Cervero, 1995). במונפליה שבצרפת הבעלות הציבורית על הקרקע בסמוך לפרוודור המסילה בכלל, ולתחנות הרכבת בפרט, הייתה מהגורמים העיקריים לפיתוח האינטנסיבי של משרדים ובחירת מגורים בסמוך להן (Steer Davis Gleave, 2005).

ההשקעה הנרחבת ברכבות קלות בערים רבות באירופה הביאה למספר מחקרים אודות השפעתן של רכבות אלו על מערך שימושי הקרקע (Steer Davis Gleave, 2005). בנאנט, בצרפת, נמצא שמאז פתיחתה ב-1985 חלק ניכר מהבינוי למגורים ולמשרדים נעשה בתחומי של פרוודור המסילה, על אף שלא נמצאו עדויות אמפיריות להשפעת מחיר של הרכבת. לעומת זאת, בשטרסבורג נמצאה השפעה מועטה ביותר על שימושי הקרקע למשרדים ומסחר לאורך פרוודור המסילה, לצד השפעה רבה על מחירי הנדל"ן במע"ר (למסחר ומגורים). עם זאת, דווח כי שיעורי התחלופה של משקי בית הגרים בסמיכות לפרוודור נוטה להיות נמוכה יותר, דבר המעיד על שביעות רצון יחסית ממוקומם הנוכחי. בגרנובל דווח על שינויים בשימושי הקרקע בעיקר בפעילותו של מגזר השירותים העסקיים, שהתמקם לאורך פרוודור הרכבת. עם זאת, השפעת

המחיר שנמצאה לא הייתה חד משמעית: בתקופת בינוי התשתית נרשמה עלייה במחירי הבתים, לצד ירידה מקבילה כמה שנים לאחר פתיחת הקו. ממצאים חיוביים יותר על מחירי הדיור לאורך פרוזדורי המסילה נמצאו גם בערים כפרייברג גרמניה, ולוזן שוויץ (Steer Davis Gleave, 2005).

4.4 אמריקה הלטינית

המחקרים שנערכו באמריקה הלטינית (הכוללת את דרום ומרכז אמריקה) מעידים כי קיים קשר בין מערך תחבורה עתירת נוסעים ובין תהליך פרבור עירוני והתרחבות עירונית. עדויות על כך אפשר למצוא בבוגוטה (Rodriguez, 2004) ובמקסיקו סיטי (Cervero, 1998; Davis, 1994). במחקרים רבים מושם דגש על התיאום בין שימושי קרקע ותשתיות תחבורה, כאשר הדוגמא הבולטת להצלחה היא העיר קוריטיבה. שם, לצד פיתוח מערכת אוטובוסים אינטנסיבית המבוססת על נתיבים בלעדיים, הוכוונו שימושי קרקע תומכים לפרוזדורי האוטובוסים, Cervero, Rabinovitch, ;Rabinovitch and Leitman, 1996; Smith and Hensher, 1998; 1998; 1996). בבוגוטה תכניות לרכישת קרקעות והקצאתן לפיתוח עבור אוכלוסיות עניות נעשו בזיקה למערכת האוטובוסים, דומה לזו שבקוריטיבה (Cervero, 2005).

מחקרים אחרים הראו שמערכות הרכבת בערים בואנוס איירס, קראקס, מקסיקו סיטי וסאנטיאגו בצ'ילה עודדו התפתחות מסחר סביב תחנות רכבת בעיקר באזור מרכז העיר ובכך תרמו לחיזוק המעי"ר (Fouracre, Dunkerley and Gardner, 2003).

5. השפעת הרכבת על שימושי קרקע בקרבת התחנות (רמת המיקרו)

השפעות ברמת המיקרו הן השפעות המתרחשות בסמוך למסילה ולתחנות רכבת (Feitelson and Salomon, 2000; Bowes and Ihlanfeldt, 2001). מערכות מסילתיות משפרות נגישות בעיקר למרחב הסובב של תחנות רכבת ולאזור המסילה ובכך מעניקות יתרונות רבים לפרוודורי התנועה לאורכה היא פרוסה, זאת לעומת אזורים שאינם נמצאים בקרבתה (Feitelson and Salomon, 2000; Bowes and Ihlanfeldt, 2001). התועלת העיקרית במקרה דנן תבוא לידי ביטוי בעליית ערך הקרקע ובציפוף הפעילויות (Czamanski, 1966; Knight and Trygg, 1977).

5.1 צפון אמריקה

גם ברמת המיקרו הספרות הצפון אמריקאית מעלה ממצאים מעורבים בנוגע להשפעות הרכבת על שימושי הקרקע. במחקר דמוי-ניסוי שהשווה את השפעתם הנדל"נית של תחנות הרכבת בווישינגטון ובאטלנטה על מיקום משרדים לעומת אזורים שלא שורתו בידי הרכבת נמצא כי לתחנות הייתה השפעת מחיר חיובית על משרדים ועל תועלות נוספות (כמשך זמן המתנה קצר יותר להשכרה). עם זאת, השפעות אלו נטו להיות קטנות ופחות משמעותיות מהתועלות שנחזו מלכתחילה (Cervero and Landis, 1993). ממצאים דומים העלה מחקרם של Gannon ו-Dear (Landis et al., 1995) מ-1972 על קו הרכבת המהיר בפילדלפיה, שמצא כי הרכבת הייתה שיקול זניח בבחירת מקום של יזמים, לעומת משתנים כזמינות קרקע, ביקושים, מדיניות איזור וגישות פוליטיות מקומיות. במחקר נוסף נמצא כי לרכבת באטלנטה (MARTA) לא הייתה כל השפעה על גידול האוכלוסייה והתעסוקה באזורי תחנות הרכבת, על אף התמורה החיובית שנצפתה בסמוך לתחנות בתעסוקה בסקטור הציבורי (Bollinger and Ihlanfeldt, 1997). מגמות דומות עולות מתוך ניתוח מחיר הדוני במיאמי. Gatzlaff ו-Smith (1993) מדווחים כי לבנייתה של מערכת רכבות (Metrorail) חדשה בעיר זו היו השפעות מעטות ביותר על מחיר הדור.

Berechman ו-Paaswell (1983) בחנו את השפעתה העתידית של הרכבת הקלה בבאפולו על שורת משתנים כפעילויות מסחר, נגישות למרכז העיר, צמיחה כלכלית ודפוס ההתפתחות הקרקעית. הממצא הראה גם כאן כי לתחנות רכבת עתידות היו להיות השפעות קטנות ביותר על התפתחות שימושי קרקע שונים. המסקנה שהעלו הייתה כי אם אכן עתידות להיות השפעות, הרי שאלו ירוכזו בעיקר במרכז העיר, בשל יתרונות הנגישות שבו. המסקנות מבאפולו ומפילדלפיה אוששו גם בסן-פרנסיסקו, בה נמצא כי הפיתוח לאורך מסדרונות תחבורה כבישיים ובמחלפים היו משמעותיים הרבה יותר מהפיתוח בתחנות הרכבת. בתחנות שבהן מומשו הציפיות התכנוניות, הייתה זו תוצאתו של פיתוח מסחרי מסיבי סמוך לתחנה ומדיניות תכנון מקומית שעודדה פיתוח מוטה תח"צ (Cervero and Landis, 1997).

לעומת ממצאים אלו, עולה תמונה חיובית יותר בחלק אחר של המחקר. כך למשל, הספרות מביאה עדויות להשפעות חיוביות על הביקושים לתעסוקה ודיור באזורי תחנות רכבת. Nelson and Sanchez (1997) מדווחים כי באטלנטה נצפתה צמיחה בתעסוקה באזורי תחנות הרכבת, וזאת לצד ירידה בגודל האוכלוסייה. Hunt et al. (1994) שבדקו העדפות מגורים בשיטת התנהגות מוצהרת בקלגארי, קנדה מצאו כי למשתנים תחבורתיים ובעיקר קרבה לתחנותיה של רכבת קלה חשיבות רבה בבחירת מקום מגורים. על פי מודל LOGIT שבנו נאמדה הקרבה (מרחק הליכה) לתחנות הרכבת ברווח של 217 דולרים קנדיים בחודש, הרבה יותר ממשתנים נוספים שהוצעו כמו שכר הדירה, גודל פיסי ומשך זמן הנסיעה לעבודה. על אף ממצאים חיוביים אלו הספרות מביאה מקרים בהם שימושי קרקע למגורים נמצאו כמעכבים פיתוח כלכלי באזורי התחנות. הסיבה לכך נבעה מהעובדה שדיירים (בעיקר באזורי צמודי קרקע) התנגדו נמרצות לשינוי תוכניות המתאר (TCRP, 1996, ע' 29).

עוצמת השפעת הרכבת על שימושי הקרקע תלויה רבות במידת השיפור שמביאה זו על נגישותם של מקומות. בווינגטון, רבות מתחנות הרכבת בה שימשו כמרכזי תחבורה רב תכליתיים, דבר שהמריץ פעילויות עסקיות (משרדים) להתמקם בסמוך אליהם. הסיבה לכך נבעה, בין היתר, מהעובדה שיזמים מקומיים תפסו את תחנות הרכבת כמרכיב חשוב בסביבה המציעה איכות חיים, נוסף ליתרונות הנגישות שהסמיכות אליהן מקנה (TCRP, 1996). ממצאים דומים עלו בסקר שנערך בקרב יזמים, קבלני בנייה, בעלי סוכנויות תיווך, ומתכננים בוורג'יניה. כאן עלה שהצפייה לבניית הרכבת באזור גרמה לגידול בביקושים הנדל"נים שמסביב לתחנות הרכבת העתידיות, עוד בשנים שקדמו לפתיחתה (Northern Virginia Planning District Commission, 1993, (NVPDC)). ממצאים חיוביים עולים גם מתוך בדיקת השפעות המחיר של תחנות על סביבתן הקרובה. בפילדלפיה מדווחים Knight ו-Trygg (1977) על עליית מחירי נכסים שנמצאו בסמוך לתחנות המטרו. השפעה דומה מצאו Workman ו-Brod (1997) באזור סן-פרנסיסקו. במחקר שנערך בבוסטון נמצאה עלייה של 6.7% במחירי הדיור צמודי קרקע שנשענו על הרכבת הפרברית (Armstrong, 1994 – מצוטט בדוח ה-TCRP, מס' 16).

Miller ו-Badoe (2000) מצטטים כמה מחקרים שנעשו על סן פרנסיסקו ופורטלנד בעלי ממצאים שונים. מחקר ראשון הוא זה של Workman ו-Brod (1997) שבדקו בשיטת המחירים ההדוניים את התועלת הנובעת מהנגישות לתחנות רכבת (שחלקה בנויה בתת-הקרקע) בשכונות שונות בסן-פרנסיסקו ובפורטלנד. בסן-פרנסיסקו נמצא קשר הדוני חזק בין הרכבת למחירי הדיור, כאשר הקרבה לתחנות רכבת היוו מרכיב מרכזי בקביעת המחיר האזורי. מאידך גיסא, בפורטלנד נמצא קשר חלש יותר, כשהמקדמים ברגרסיה המרובה שהופעלה היו הפוכים למשוער. המסקנה שהועלתה במקרה זה היא כי הקרבה לתחנות הרכבת הייתה השפעה קטנה על המחיר ההדוני של הבתים במרחק שבין 750-1500 מטר מהתחנה. לעומת זאת, במחקר אחר מצא Arrington (1989) כי ההכרזה על בניית הרכבת הקלה בפורטלנד הביאה לפיתוח קרקעי בסך

כולל של 693 מיליון דולר באזורים הסמוכים לתחנות הרכבת. הפער בממצאים בין שני המחקרים הוסבר בעובדה כי רכבות קלות הפועלות על פני השטח נהנות מנראות רבה יותר עבור עסקים הסמוכים לתחנותיה ולכן השפעתם על שימושי הקרקע עשויה להיות רבה יותר (Badoe and Miller, 2000). אישוש להשערה זו עולה מהממצא על השפעתן של הרכבות הקלות על שימושי הקרקע עירוניים באירופה (ראה לעיל).

רכבות יכולות להשפיע על עיתוי התמורה בשימושי הקרקע. מחקרים שנערכו במחוז Fairfax אטלנטה, ובאוטווה, קנדה מצאו שהשקעות בתחבורה האיצו את המרתם של שימושי קרקע, בעיקר בשכונות שהיו שחו במקביל שינוי גדול בשימוש הקרקעי בהן. תמורות אלו באו לידי ביטוי בהמרתם של שימושי קרקע נחותים כאזורי תעשייה זעירה, לשימושי קרקע בעלי ערך גבוה כדיור חדש וקניונים (Mullins et al., 1989).

5.2 אירופה

באירופה לא נמצא מחקרים רבים שבדקו את השפעת רכבות על האזור הקרוב לתחנות לפני ואחרי ביצוע ההשקעות. Pol-ו van den Berg (1998) מעלים שורת השפעות אפשריות על שימושי הקרקע בקרבת תחנות הרכבת המהירה בכמה ערים אירופאיות המחוברות למערכת זו. Fürst-וWegener (1999) מביאים את מחקרם של Gentlemen et al. (1983) שבדקו את השפעתם של שתי מערכות רכבת בגלזגו, סקוטלנד, לפני ואחרי פתיחת השירות. המחקר שנערך שנה אחת בלבד אחרי פתיחת השירות, מצא עלייה בבקשות לתכנון מיזמי בנייה באזורי התחנות ועלייה במחירי נדל"ן של נכסים הסמוכים למסילות, וזאת לצד ירידה בגודל האוכלוסייה באזורים הסמוכים. יש לציין, כי המערכות החדשות החליפו מערכות ישנות יותר שהשפיעו כבר על העיצוב העירוני, כך שלמערכות החדשות הייתה השפעה שולית, אם בכלל. לרכבות היו גם השפעות על התנהגות הנסיעות בעיר, כאשר מעל ל-50% מנוסעי הרכבת דיווחו כי נסעו בעבר באמצעי תחבורה שונה, אך היו אלא בעיקר נוסעי אוטובוסים.

בעיר נאפולי, מערכת חדשה של רכבת קלה שנוספה למערכת הרכבת הקיימת בשנת 1993 יצרה עליה במחירי הנדל"ן בקרבת התחנות, בקצב מהיר יותר מהעלייה הכללית בעיר וכן תרמה לציפוף גבוה יותר בקרבת חלק מהתחנות (Papa, 2005).

5.3 דרום אמריקה

בעיר קוריטיבה נמצא כי לאורך מסדרונות נתיבי האוטובוסים ובסביבת התחנות גדלה צפיפות האוכלוסייה ונצרה סגרגציה חברתית. כאשר המעמד הנמוך נדחק למגורים בעלי נגישות נמוכה יותר לתחנות (Smith and Raemaekers, 1998). כמו כן ניתן לראות חיזוקו של מרכז העיר ועליה בצפיפות המע"ר (Cervero, 1998). במקסיקו סיטי נמצא שהמטרו תרם לפרבור האוכלוסייה

וליצירת סגרגציה מרחבית כאשר אוכלוסייה חלשה נדחקה לפרברים (Davis, 1994). גם בעיר בוגוטה ניתן לראות תחילתה של השפעה על שימושי הקרקע בקרבת תחנות האוטובוס, בעיקר מרכזי מסחר הצמודים לתחנות (World Bank, 2005). אך במחקרם של Rodriguez and Targa (2004) לא נמצאה עדות לעליה בערך הנדל"ן בקרבת התחנות, למרות הצפייה לכך וגם בעיר קיטו מתקשים לאתר קשרים בין נגישות לתחנות ופיתול נדל"ני (World Bank, 2005).

6. השפעת הרכבת על מערך שימושי הקרקע: סיכום

6.1 השפעות הרכבת על פיתוח שימושי קרקע

לבנייתה של רכבת יש השפעה על החלטות מיקום של משקי בית בפרברים ובמרחב הכפרי. בסקרים שנערכו במשקי בית שגרו בסמיכות לתחנות ה-BART נמצא כי למרחק מהתחנה הייתה משמעות בבחירת מקום המגורים (Cervero, 1998). נוסף על מגורים, מערכת ה-BART אפשרה פיזור חלקי של תפקודים מע"רים למרכזי משנה פרבריים, כתחנה הפרברית Walnut Creek (שחוותה צמיחה של חצי מיליון מ"ר בשטח הרצפה למשרדים) ותחנת הקצה הפרברית Pleasant Hill (שחוותה בנייה מסיבית של כמה אלפי יחידות דיור ומאות אלפי מ"ר שטח רצפה למשרדים ולמסחר).

להכרזה על בניית רכבת יוממים בווינגטון די.סי. היה תפקיד מרכזי בהחלטות המיקום של משקי הבית באזור (NVPDC, 1993). שליש מרוכשי הדירות באזור עשו זאת כשמונה שנים לפני פתיחת השירות (1993) בידיעה ברורה כי רכישה כזו תניב בעתיד נגישות משופרת למרכז ווינגטון. זאת ועוד, הציפייה לבניית הרכבת הלכה וגברה ככל שמקום מגוריהם של הנדגמים התרחק ממרכז ווינגטון. משקי הבית שהקדישו זמן רב יותר ליוממות, נמצאו כבעלי העניין הגדול ביותר להשקת השירות וזאת כחלופת יוממות לרכב הפרטי. כמו לפני מאה שנה, היציאה למרחב הכפרי תוך ניצול הרכבת לשמירת הקשר הפונקציונאלי למרכז היה בעיקר חלקם של שכבות מבוססות בעלי הכנסות גבוהות מהממוצע, שהועסקו במרכז ווינגטון (NVPDC, 1993). השפעות דומות על בחירת מגורים בפריפריה המטרופוליטית (אם כי קטנות יותר בעוצמתן) נמצאו בקווי רכבת פרבריים בניו-יורק (Marchwinski, 1998).

לזמן פתיחת השירות יכולה להיות השפעה רבה על ההחלטה לרכוש בית ב-*Exurbia*. בקרב משקי בית שגרו במרחב הכפרי בוויירג'יניה ונהנו משירותיה של רכבת יוממים, נמצא גידול בחשיבותה היחסית של הרכבת בהחלטת המיקום, ככל ששנת הרכישה הייתה קרובה לשנת פתיחת השירות. כמו כן, גם נמצא שלנסיעה ברכבת קשר חזק לתקופת הרכישה. ההסתברות לנסוע ברכבת גדלה עבור אלו שרכשו את בתיהם פחות משלוש שנים משנת פתיחת השירות. יזמים מקומיים שזיהו קשר זה, אף נטו לשווק את הבתים באזור באוריינטציה ברורה לרכבת (NVPDC, 1993).

גם בפילדלפיה מצאו Gannon ו-Dear (1975) כי לרכבת היוממים היה משקל חשוב בהחלטות מיקום של המגורר העסקי בשולי המטרופולין. השפעה זו באה לידי ביטוי בהחלטות יזמים לבנות בסמיכות לתחנות רכבת פרבריות, כך שנצפו בהן שיעורי גידול גבוהים בשטח הרצפה למשרדים

ובשיעורי תפוסה מרשימים, אף יותר מהשיעור שנצפה במע"ר פילדלפיה עצמו. בהקשר זה, ניתן לשער כי ציפיותיהם של יזמים ופירמות מבניית רכבות יכולה להביא למימוש ביקושים כמה שנים לפני הפעלתה בפועל.

Gannon ו-Dear שיערו כי פלח השוק העיקרי שעשוי ליהנות משיפורי נגישות ביוממות מהפרברים למע"ר יהיו בעיקר עובדי מינהל וממשל. השפעה זו יכולה להיות דו-כיוונית. מצד אחד, היא עשויה להשפיע על משרדי ממשלה להתמקם באזורים פרבריים הנסמכים על הרכבת, תוך שימוש במקווי כוח האדם המקצועי הקיים בהם. מצד שני, הרכבת תאפשר נסיעות יוממות ממקום המגורים בשוליים למשרדים במע"ר. יש לציין, שמיקום עסקי במרחב הכפרי עשוי לשאת עמו גם תועלות שאינן קשורות דווקא למאפייני הנסיעה. תחנות כפריות ופרבריות הנהנות ממורשת סביבתית-היסטורית עשויות להשפיע על תפיסת המקום ודימויו ולבסוף להמריץ את בנייתם ושיווקם המוצלח של משרדים ומיזמי מסחר (Gannon and Dear, 1975).

בשוויץ הארכת קווי המסילה מלב הערים לפריפריה עודדה את ההפרדה המרחבית שבין מרכזי הערים לשוליים. הרכבת שנהנתה משיעורי תפוסה גבוהים, וממדיניות ממשלתית תומכת אפשרה מצד אחד הגדלת מרחקי יוממות, ומצד שני אפשרה לפונקציות עסקיות להתמקם מסביב לתחנות ולתפקד באוריינטציה אליהן (Lehrer, 1994). במינכן בנייתה של מערכת רכבות אזורית עודדה כאמור, את ההפרדה שבין מקום התעסוקה למקום המגורים והביאה לצמיחתם של מוקדי משנה פרבריים (Kreibich, 1978). שינוי זה בא לידי ביטוי בהגירה מוגברת של משקי בית מבוססים לשוליו הרחוקים של המטרופולין, קפיצה בערכי הנדל"ן בפרברים ושינוי מערך התעסוקה האזורי. בו בעת, הרכבת הביאה לפגיעה בנגישותם של מרכזי משנה עם הירידה ברמת השירות האוטובוסית בשל בניית הרכבת (Kreibich, 1978).

צמצום זמני הנסיעה מהפרברים למע"ר עשוי גם להשפיע על משרעת הרנטות הקרקעיות במטרופולין, כך שלאורך פרוזדור המסילה הן צפויות להיות גבוהות יותר בשיעורים הולכים וגדלים עם ההתרחקות מהמע"ר (Hsu and Guo, 2001). אישוש למסקנות אלו עולה מתוך מחקר שנערך באוקספורד, אנגליה, בו נמצא ששיפורים במערכת התח"צ המקומית צפויים להעלות את ערך הנכסים באזור ב-3% בממוצע, כאשר הגידול החד ביותר יתרחש במרכז העיר ובפרברים הרחוקים יותר שלה (Pagliara and Preston, 2003). בניו-יורק מציין Marcwinski (1998) כי עיירות קטנות באזורים המרוחקים ממנהטן, צפויות ליהנות משיעור גידול של 2.2% בערכי הנדל"ן לדור.

ממצאים דומים עלו מתוך הרצתו של מודל רגרסיה שבדק את השפעת הרכבת באטלנטה ובוושינגטון על שימושי קרקע. המודל נמצא כי בתחנות פרבריות נצפתה עלייה משמעותית בערכם ההדוני של מיזמי מסחר ומשרדים, כששאר המשתנים הושארו קבועים. עם זאת, שינויים

אלו הוסברו בעיקר על ידי מיזמי פיתוח משותפים בין המגזר הציבורי לפרטי, ופחות כהשפעה ישירה של שיפור הנגישות (Cervero, 1994). במחקרים נוספים שנעשו מצאו Bowes ו-Ihlanfeldt (2001) ו-Marchwinski (1998) כי לתחנות הייתה השפעה חיובית על פעילות מסחרית המרוחקת מן המע"ר ובעידוד פיתוח המגורים שם. Marchwinski מצא כי הקמתה של רכבת יוממים השפיעה בחיוב על הכלכלה המקומית, כאשר נוסעי תח"צ חדשים נטו לבצע פעילות כלכלית רבה יותר באזור התחנה מנוסעים ותיקים.

במחקר על הרכבת בפילדלפיה מצא Voith (1993) כי בפרברים לרכבת הייתה השפעת מחיר גדולה לדוור, וזאת לצד פרבור תעסוקה מואץ. במודל שבנה נמצא מתאם גבוה בין השפעות מחיר למגורים בסמיכות לתחנות, לתמורות בתעסוקה במרכז פילדלפיה. Voith קשר זאת לזיקה החזקה שבין המע"ר לפרברים בגין הרכבת. לחוזקו הכלכלי של המע"ר המטרופוליני השפעה אזורית עצומה, כך שדעיכתו לא תקרין רק על העיר עצמה, אלא תורגש אף מעבר לכך: במחירי הנדל"ן בפרברים, לשם עברו רבים מתושבי העיר המיוממים לעיר המרכזית ברכבת.

לצד תהליכי שוק, ראוי לציין כי ההכוונה המוסדית ניצלה בכמה מקרים את יתרון הרכבות לשם פיתוח פרברי מכוון ומרוכז. בטורונטו כיוונה המדיניות המוניציפלית את התפתחותם של פרברים באוריינטציה ברורה לרכבת. חלק מהפרברים מהווים מוקדי משיכה עבור משקי בית ותעסוקה, כשתוצאת מדיניות זו היא שיעור גבוה (80%) של יוממי רכבת מהפרברים למע"ר. למרות הירידה בחלקה של הרכבת מכלל הנסיעות (Soberman, 1997; Fillion, 2000), הנסיעה בה דווקא מהפרברים נמצאת בעלייה, בין היתר בשל הדימוי החיובי ממנו נהנית כשירות קהילתי לא רק עבור שבויי תח"צ (Fielding, 1995).

בארה"ב נמצא כי הרכבת עשויה להביא לדגם פיזור מרחבי מרוכז יותר מדגם הפיזור המאפיין את הרכב הפרטי, גם ללא הכוונה מוסדית חזקה. בהשוואה שנעשתה בערים אמריקאיות בין ערים שהופעלה בהן רכבת לבין אלו שלא, נמצא אפקט ריכוז גדול יותר דווקא בערי הרכבת. אפקט זה בא לידי ביטוי במספר קטן יותר של מרכזי תעסוקה מבערים שהיו ללא רכבות (TCRP, 1996), עי' 31. בשטוקהולם, המבנה המטרופוליני שעוצב לאחר מלחמת העולם השנייה אופיין בבניית פרברי לוויין סביב לעיר המרכזית, שנשענו על יוממות באמצעות הרכבת (Tunnelbana). עם זאת, התפתחות זו הייתה שונה מזו שהביאה לעיצוב המטרופולין האמריקאי, נוכח ההכוונה המוסדית שבאה לידי ביטוי במדיניות ארוכת טווח של רכישת קרקעות, ציפוף והכוונת הפיתוח העירוני לתחנות הרכבת (Cervero, 1998; Cervero, 1995).

בטוקיו, כמו בארה"ב לפני מאה שנה, ההפרדה המרחבית בין המרכז לשוליים התרחשה בתנאי שוק חופשי, בהם ניצלו תאגידי ענק את הנגישות הטובה ממנה נהנו הפרברים לשם עשיית רווחים

נדל"נים. התוצאה הייתה הכוונת חלק מהביקושים המטרופוליניים לאזורי התחנות בשוליים, ופיתוח פרברי הנשען על מקורות תעסוקה עצמאיים בעלי זיקה לגלעין המטרופולין. העדפה זו באה לידי ביטוי בציפוף ובגיוון השימושים בקרקע בקרבת תחנות הרכבת הפרבריות ובגילום ערכי הקרקע (Cervero, 1998).

6.2 הגורמים המשפיעים על הקשר שבין מתע"ן לשימושי קרקע

נראה כי רוב ההשפעות של מתע"ן על שימושי הקרקע ברמת המיקרו והמאקרו נובעות מתחבורה ציבורית המבוססת על רכבת פרברית או מערכות מטר. לעומת זאת, לרכבת הקלה, יש השפעה פחותה. ממצא זה אינו מפתיע שכן הרכבת הקלה איטית יותר, עם תחנות קרובות יותר האחת לשנייה, ולרוב זו אינה מגיע לשוליים המרוחקים של המטרופולין ולפרבריו. בניגוד לרכבות הקלות אשר הוקמו במאה ה-19, בה העיר הייתה קומפקטית יותר ולכן הרכבת הקלה הגיעה לפרברים שנוצרו, הרכבת הקלה כיום לרוב אינה משרתת את שולי המטרופולין. לפיכך, יכולת ההשפעה שלה על הרמה המטרופולינית מוגבלת ביותר. זאת בניגוד לרכבות פרבריות להן פוטנציאל השפעה ברמת המאקרו. רכבת קלה, לעומת זאת, עשויה, בתנאים המתאימים לחולל השפעות ברמת המיקרו, דהיינו בסמוך לתחנות הרכבת.

מרבית הספרות הקיימת בצפון אמריקה ואירופה מתייחסת לתחבורה ציבורית מסילתית משום שאוטובוסים לא הופעלו כמערכות עתירות קיבולת בערים בהן הם הוקדמו על ידי מערכת מסילתית. לפיכך, נכללו בסקירה ערים דרום אמריקאיות אשר, בדומה למטרופולין תל אביב, לא הייתה בהן מערכת מסילתית. למרות מספר הערים המצומצם, ראוי לבחון את השפעות מערכות האוטובוסים על שימושי הקרקע והמידה בה השפעות אלו דומות להשפעות של מערכת מסילתית גון הרכבת הקלה. כיוון שהתשתית התחבורתית של מטרופולין תל אביב מבוססת על אוטובוסים, ראוי לבחון בתשומת לב את פוטנציאל מערכות משודרגות אלו על מערך שימושי הקרקע בתל אביב, בהנחה שגם בהינתן מערכת של רכבת קלה במטרופולין תל אביב, היא תהווה רק חלק מהמערך הכולל של מערכת התחבורה הציבורית, וניתן להשלימה בעזרת מערכת עתירת נוסעים המבוססת על אוטובוסים.

בחינתם של השפעות ההשקעה ברכבות על תמורות בשימושי הקרקע צריכה להיעשות בזהירות ובקונטקסט נכון, וזאת על אף ההנחה כי אכן קיים קשר ביניהם:

א. דפוס שימושי קרקע חייב להיות נבדל מצמיחה כלכלית – כיוון שנוהגים לקשור בין מערכת תחבורתית לשינוי בדפוס שימושי קרקע, הרי ששינוי זה היינו ביטוי לצמיחה או דעיכה כלכלית ולא דווקא השפעה ישירה של השיפור התחבורתי (Giuliano, 1995).

ב. נוסף על כך, יש לבחון את היחסיות ההשפעה של השיפור התחבורתי. כך למשל, לא ניתן לגזור גזירה שווה בין השפעת הרכבת על המרקם העירוני במאה ה-19, כשהיותה זו כלי הסעה יחיד במינו בעוצמתו ובקיבולתו לבין שיפור מסילתי אינקרמנטלי באופיו בראשית המאה ה-21, בה הרכבת משמשת, כאמצעי תחבורה נוסף בארסנל תחבורתי רחב למדי. מכאן שיש לבחון את

עוצמת השיפור ביחס למערכות הקיימות (Giuliano, 1995; Boarnet, 1997; Feitelson and Salomon, 2000).

ג. משתנה נוסף שיש לקחת בחשבון הוא קנה המידה הגיאוגרפי בו מתחולל השיפור התחבורתי. בחינת השפעת הרכבת בקנה מידה מטרופוליני יכולה להיות בעל השפעה מינורית, לעומת זאת, בחינת ההשפעה ברמה המקומית (אזור התחנה). במקרה זה לרכבת יכולה להיות השפעה רבה על מערך שימושי הקרקע באזור (Giuliano, 1995).

ד. להצהרה על בניית תשתית יכולה להיות השפעה על שימושי הקרקע זמן רב לפני יישומה הפיסי. לכן יש להבדיל בין השפעה ישירה של הרכבת על שימושי הקרקע לבין השפעות ספקולטיביות (Miyamoto, 1992).

ה. בבחינת הקשר בין התפתחות השטח הבנוי וצפיפויות הפיתוח בו לרכבות לא ניתן להפריד בין השפעת הרכבת לבין השפעות הנובעות מהגבלות בינוי שנקבעו במסגרת התכנון הרגולטיבי. מצב זה מעורר שאלה מתודולוגית קשה שכן הוא יוצר מצב של מולטי-קולינאריות בין מערכת התח"צ למערכות התכנון הפיסי. במצב זה, לא ניתן להעריך מה תהיה השפעת הרכבת במצב בו התכנון הרגולטיבי אינו מגביל את הבינוי לאורך פרוזדור המערכת לבין מצב בו מערכת התכנון אינה אפקטיבית.

Knight ו-Trygg (1977) סיכמו את התנאים בגינם תהיה לרכבת יכולת השפעה על מערך שימושי הקרקע העירוניים והמטרופוליניים:

1. **מדיניות מאקרו ומיקרו תיכונית** המכוונת לפיתוח מוטה תח"צ. מדיניות זו כוללת תיאום מרבי בין גופים העוסקים בפיתוח העירוני לבין הגופים האחראים על פיתוח התשתית התחבורתית. באירופה ובקנדה, למשל, הממשל הלאומי והמוניציפלי חתר לאיזון מתמיד בין מדיניות קרקעית-אורבנית לאמצעי תח"צ, במטרה לחזק את מרכז העיר (Van den Berg and Pol, 1998; Cervero, 1998; Fillion, 2000; Rothblatt, 1994; Pill, 1988). בארה"ב לעומת זאת, בלטה העדרה של מדיניות המונעת, מצד אחד פרבורן של פונקציות עירוניות, ומצד שני מכוונת ביקושים לאזור תשתית הרכבת. עיקר הדגש הושם על מדיניות איזור המעודדת פרבור ותלות בתחבורה הפרטית (Glaeser, 1998; Nivola, 1999).

2. **מגמות וכוחות פיתוח אזוריים** – קיומה של צמיחה כלכלית ויציבות חברתית הבאה לידי ביטוי בגידול השטח העירוני, במקביל להקמתם של אמצעי הסעה מסילתיים. Rietveld ו-Bruinsma (1998) וכן Cervero (1994) ציינו את תפקידה של אווירה כלכלית חיובית ותהליכי צמיחה המעודדים ומשפרים את סיכויה של השקעה בתשתית להוות קטליזטור לפיתוח פיסי, זאת לעומת תקופות המאופיינות במיתון.

⁶ עם זאת, בעשרים השנים האחרונות הולכות וגוברות מגמות הפרבור גם באירופה, כך שבמדינות שונות נפגע כוחם של המרכזיים העירוניים, גבר השימוש ברכב הפרטי וגדלו מרחקי היוממות. להרחבה ראה: Guy, C.M., (1998), "Controlling New Retail Spaces: The Impress of Planning Policies in Western Europe", *Urban Studies*, 35, pp. 953-979. Jansen, G.R.M., (1993), "Commuting: Home Sprawl, Job Sprawl and Traffic Jams" in Salomon, I., Bovy, P., Orfeuil, J., (eds.), *A Billion Trips a Day*, Kluwer Academic Publishers, pp. 101-128.

3. **זמינות קרקע לפיתוח עירוני** – מאפשרת בנייה ופיתוח עסקי באזור תחנות הרכבת. תנאי חשוב לכך הוא מידת שליטת רשויות התכנון וגורמי פיתוח אחרים על הקרקע באזור התחנה ובפרוזדורים התחבורתיים.

4. **מאפייני הסביבה הפיזית של תחנת הרכבת** – לסביבה הפיזית של תחנת הרכבת מספר היבטים:

□ אזור בנוי או מפותח, ישאיר מעט מאוד פוטנציאל שינוי לרכבת. לפיכך, לתחנות שונות פוטנציאל השפעה שונה.

□ אזור החווה דעיכה כלכלית יקשה על שינוי במערך שימושי הקרקע ולא הוכח כי הרכבת לבדה יכולה לשנות מגמה זו.

□ אזור המשורת בידי אמצעי תחבורה אחרים, יקשה על התשתית המסילתית להקרין ולהשפיע באופן כזה שיבוא לידי ביטוי במערך שימושי הקרקע באזורה.

למערכות תחבורה עתירות נוסעים השפעות מורכבות ורב כיווניות. הרכבת עשויה לתרום לריכוז וציפוף שימושי קרקע מחד גיסא, אך להגביר מגמות פרבור ופיזור מאידך גיסא. רכבות עשויות לחזק את המע"ר, ועשויות לסייע ביצירת מוקדי תעסוקה ומסחר חדשים, המתחרים במע"ר אך יחד עם זאת עשויים לגרום לסגרגציה מרחבית. גיוס מערכות תחבורה עתירות נוסעים לשם השפעה על מערך שימושי הקרקע, אם כך, אינו יכול להיעשות על ידי הנחת התשתית בלבד ועליו לגייס מגמות כלכליות ותכנון תומך, וכן לצמצם השפעות שליליות אפשריות של המערכות הללו.

7. ההשלכות לגבי מטרופולין ת"א

הקשר בין מתע"ן לבין מבנה עירוני, כפי שנותח בדו"ח זה, נוגע לשלושה היבטים: השפעת מערך שימושי הקרקע על היקף השימוש במתע"ן, השפעת המתע"ן על שימושי הקרקע ברמת המיקרו, בקרבת התחנות, והשפעת המתע"ן על המבנה המטרופוליני. ניתוח ההשלכות של ממצאי העבודה לגבי מטרופולין ת"א מחולק, לכן, בהתאם.

אחת המסקנות העולה מהפרקים הקודמים היא שיש הבדלים בהשפעות המתע"ן על המבנה העירוני כפונקציה של תכונות המתע"ן. על כן, לכאורה יש לבחון כל סוג מתע"ן בנפרד. אך מאחר שתכניות המתע"ן למטרופולין ת"א כבר ידועות, הניתוח כאן מתמקד בהשפעות המערכות המסילתיות, ובעיקר הרכבת הקלה והרכבת הפרברית.

7.1 השפעת מבנה מטרופולין ת"א על השימוש במתע"ן

מטרופולין ת"א הוא מטרופולין צעיר יחסית לרוב המטרופולינים הנידונים בספרות האמריקאית והאירופית. רובו נבנה בתקופה המוטורית, ועל כן אין בו כמעט זכויות דרך מוקנות למסילות. יחד עם זאת, רמת המינוע בעת התפתחות הגלעין והטבעות הפנימיות הייתה נמוכה, בעיקר בשל המגבלות המנהליות על רכישת הרכבים שהיו בתוקף עד 1961 (רייכמן ופייטלסון, 1993). על כן, הצפיפות בטבעות הפנימיות של מטרופולין ת"א גבוהה למדי, אך השטח שיועד לעורקי תחבורה מצומצם למדי. המטרופולין גם לא התפתח סביב עורקי תחבורה רבי קיבולת, שכן אלו לא היו בנמצא. על כן, יש קושי בהתוויית מתע"ן שישזרו מוקדי פיתוח. אך, במקומות שבהם מצליחים להתוות מתע"ן יש פוטנציאל גבוה לכך שתהיה אוכלוסיה צפופה יחסית בטווח הליכה מהמתע"ן.

עדות לפוטנציאל של הישובים במטרופולין לשרות על ידי מערכות מתע"ן מצוי בעבודתם של פרנקל ואשכנזי (2005) אשר אפיינו את מידת הקומפקטיות של ישובים שונים בישראל. הם חילקו את הישובים שנבחנו לארבע קבוצות בהתאם לממד הקומפקטיות והזחילה: ישובים מאוד קומפקטיים, קומפקטיים, זוחלים וזוחלים מאוד. הם בחנו את הישובים בשתי נקודות זמן, בראשית שנות השמונים ובשנת 2002. טבלה 5 מציגה את יישובי המטרופולין שנבחנו על ידם בהתאם לטיפולוגיה זו לשנת 2002. טבלה זו מראה, לא במפתיע, שגלעין המטרופולין והטבעת הפנימית הם, ככלל, קומפקטיים יותר מאשר החלקים החיצוניים יותר שלו. יחד עם זאת, הטבלה מראה שיש שונות רבה במידת הקומפקטיות בין ישובים באותה טבעת. על כן, מנקודת ראות של תכנון מתע"ן יש מקום להבחין בין ישובים מבחינת התאמתם לשרות על ידי מתע"ן בתוך כל טבעת.

טבלה 5 מראה שהקו האדום המתוכנן במטרופולין ת"א אכן משרת את הישובים הקומפקטיים ביותר. אלו הם הישובים שמבחינת הצפיפות וקומפקטיות הבינוי בהם הם המתאימים ביותר לשרות מעין זה, שכן לפחות לכאורה יש בהם פוטנציאל לריכוזי אוכלוסיה ופעילויות בקרבה למתע"ן, דבר שיאפשר נגישות באמצעים לא-מוטוריים לאור רוב הקו. לעומת זאת, הרכבת

הפרברית משרתת ישובים רבים שאינם קומפקטיים, ולכן סביר שהשימוש בה יחייב הגעה לתחנות ברכב פרטי. אך, כפי שסקירת הספרות העלתה, המידה בה הפוטנציאל ימומש תושפע מהתכנון ברמת המיקרו, בקרבת התחנות, ממערך שימושי הקרקע בקרבתן, וממידת ההשלמתיות בין אמצעי התח"צ.

טבלה 5: יישובים נבחרים במטרופולין ת"א על פי טבעת ומידת הקומפקטיות, 2002

טבעת	קומפקטיים מאוד	קומפקטיים	זוחלים	זוחלים מאוד
גלעין	ת"א-יפו			
פנימית	בת ים, בני ברק, חולון	גבעתיים, ר"ג	אזור	
תיכונה	רמלה, יהוד	לוד, פ"ת, רחובות, ראש"צ, רעננה, כפ"ס, אור יהודה, גני תקווה	רמת השרון, גבעת שמואל, בית דגן	נס ציונה, הרצליה, כפר שמריהו, סביון, באר יעקב, הוד השרון
חיצונית		אשדוד, יבנה, תל מונד	ראש העין, פרדסיה, נתניה	כוכב יאיר, כפר יונה, אבן יהודה, קדימה

מקור: פרנקל ואשכנזי (2005), לוח 7.4 ע"מ 87.

הטבעות הפנימיות התפתחו בתקופה בה טרם נבנו מוקדי מסחר ותעסוקה גדולים מחוץ לערים (למעט כמה אזורי תעשייה). על כן הטבעות הפנימיות, ובייחוד הגלעין, מאופיינים ברמה גבוהה יחסית של עירוב שימושי קרקע. יתר על כן, בעיר ת"א ובחלק מיישובי הטבעת הפנימית, הותוו נתיבים בלעדיים להולכי רגל בתכנון השכונות. על כן, בגלעין ובטבעת הפנימית, וכן בחלק מיישובי הטבעת התיכונה מתקיימים לכאורה התנאים המשלימים אשר עשויים לעודד שימוש בתח"צ, ואף במתע"ן, במידה שהיא תותווה בזיקה למערכות השבילים ותשרת את מוקדי הפעילות באזורים אלו. כמוכן, המידה בה אכן פוטנציאל זה ממומש בתכניות המתע"ן במטרופולין ת"א מחייבת בדיקה פרטנית של סובב הקווים, בדיקה שהיא מעבר להיקף עבודה זו.

7.2 השפעת מתע"ן על שימושי קרקע בקרבת תחנות במטרופולין ת"א: כיווני עבודה

ההשפעות העיקריות של מתע"ן על שימושי קרקע בקרבת תחנות היא בתחום התעסוקה. כמו כן, נמצא בסקירת הספרות כי ליד חלק מהתחנות עשויות להתעורר ציפיות לעליית רנטות, דבר שיביא לעליית ערכי קרקע ובהמשך להגדלת צפיפות הבינוי. ההשפעה הקונקרטית לגבי אתרים ספציפיים היא פונקציה של מערך הצפיפויות הנוכחי, ומידת הביקושים הצפויה, בעיקר לתעסוקה, באזור התחנה המיועדת.

בכדי לבחון את ההשפעות הצפויות ברמת המיקרו לגבי התחנות השונות המיועדות בתכניות למתע"ן במטרופולין ת"א יש לערוך בחינה מפורטת של האזורים סביב כל תחנה. ברור, שעבודה מעין זו חורגת מהיקף העבודה האפשרי במסגרת סקירת ספרות זו. על כן, בסעיף זה רק מאופיינים המשתנים אותם ראוי לבחון כאשר בודקים את הפוטנציאל לשינוי מערך שימושי הקרקע בקרבת התחנות המתוכננות.

בבחינת הפוטנציאל לשינוי יש להבחין בין שינוי בשימוש במבנים קיימים לבין הפוטנציאל להגדלת צפיפויות הבינוי. ההחלטה לפתח קרקע, ובייחוד למטרות תעסוקה, או להגדיל צפיפויות בינוי, מושפעת מזרם הרנטות הצפוי, מחד, ומעלויות העסקה הכרוכות בפעילות הפיתוח, מאידך. זרם הרנטות הוא פונקציה של הביקושים הצפויים. את הביקושים אומדים באמצעות מחקרי שיווק, שאין זה המקום לדון בהם, ולרוב יאפינו את הביקושים באזור מסוים, ולא לגבי אתר ספציפי. עלויות העסקה מושפעות מתכונות האתר הספציפי. הן פונקציה של מבנה הבעלויות ותנאי השטח. במידה שיש לפנות שימושים קיימים, יש לצפות לעלויות עסקה גבוהות באופן משמעותי מאשר במצב בו מדובר באתר פנוי. ככלל, עלויות העסקה יהיו נמוכות יותר ככל שמבנה הבעלויות פשוט יותר, ובקרקע שאינה מבונה בהשוואה לקרקע שכבר מבונה ושימוש. לכן, הפוטנציאל הרב ביותר לפיתוח בקרבת תחנות הוא באתרים שבהם יש קרקע פנויה. במידה שאין קרקע פנויה הפוטנציאל לפיתוח גבוה יותר ככל שהפער בין צפיפויות הבינוי הנוכחיות ובין הצפיפויות האפשריות, מבחינה סטטוטורית וכלכלית, גבוה יותר. לכן, באתרים הנמצאים באזורים בהם יש בניה רוויה יחסית בצפיפויות בינוניות (כגון מבנים בני 3-5 קומות, עם או בלי עמודים) ההסתברות לפיתוח חדש, ובכלל זאת העלאת צפיפויות, נמוך.

הפוטנציאל לשינוי במערך הפעילויות בקרבת התחנות (ללא פיתוח משמעותי) הוא גם פונקציה של מערך הפעילויות הנוכחי. במקומות בהם השימוש הנוכחי הוא לתעסוקה, ובעיקר משרדים, הפוטנציאל לשינוי הוא קטן, אם כי יתכן שינוי בפרופיל המשרדים. לעומת זאת, באזורים שהם אזורי מגורים, ובייחוד אם אלו אזורים בהם האוכלוסייה מבוגרת יחסית והסובלים ממטרדים או צפויים לסבול ממטרדים בשל המתע"ן, יש סבירות לכניסת תעסוקות. יחד עם זאת, בחינת פרופיל התעסוקה העשוי להיכנס למבנים קיימים בקרבת תחנות המתע"ן מחייב בחינה פרטנית.

7.3 השפעת מתע"ן על מבנה מטרופולין ת"א: מספר מסקנות ראשוניות

המסקנה העיקרית שעולה מסקירת הספרות המוצגת בפרק 4, ומסוכמת בפרק 6, היא שההשפעות העיקריות של מתע"ן, ברמה המטרופולינית, יורגשו בקצוות המטרופולין, מחד, ובמרכזו, מאידך. על כן, ההשפעות העיקריות ברמה זו צפויות מפיתוח הרכבת הפרברית, ולא הרכבת הקלה. אך בהקשר של מטרופולין ת"א יתכן ותמונה זו לא תתממש במלואה.

ההשפעה העיקרית שכנראה כן תתממש ברמה המטרופולינית היא השפעת הפרבור של הרכבת הקלה בשולי המטרופולין. כבר עתה יש עדויות בדבר השפעת הרכבת על אזור בנימינה ובקעת הנדיב. בעבודת גמר הנמצאת בשלביה האחרונים נמצא ששיפור רמת השרות בתחנת בנימינה ופתיחת התחנה בפרדס חנה תרמו להחלטות של משקי בית לעבור לאזור זה, ובעיקר משקי בית שהמפרנס/ת העיקרי עובד בתל אביב, ובכך תרמו להגברת לחצי הפיתוח באזור זה (ישראל, בהכנה). סביר שהמשך פיתוח מערך הרכבות הפרבריות יביא להשפעות דומות בקרבת תחנות המצויות בטבעת החיצונית של המטרופולין.

טבלה 6: מאפייני מערכות תח"צ במטרופולין תל אביב על פי טבעות וגזרות

תחזית אוכלוסיה המשך מגמות קיימות (2010) באלפים	מערך תח"צ					נת"צ	רכבת פרברים (רכבת ישראל)	קו אדום (נת"ע)	קווי אוטובוסים שעות הבוקר 1996 **	ממוצע מדד נגישות משוקלל לתח"צ (ישובים נבחרים)*
3026				6 קוים	42	סה"כ				
355.5	19.1	Vehicles>150	+	4 קוים : 4 תחנות- ת"א אוניברסיטה, ת"א מרכז, ת"א השלום, ת"א ההגנה	32	גלעין				
837.6	7.97	100<Vehicles<150		2 קו, 2 תחנה		טבעת פנימית				
136.6	3.67 (הרצליה, רמת השרון, כפר שמריהו)			פרברית בנימינה : 1 תחנה הרצליה		גזרה צפונית				
368.6	8.88 (רמת גן, בני ברק, גבעתיים, קריית אונו, אור יהודה)		+	פרברית כפר סבא : 1 תחנה בני ברק	2	גזרה מזרחית				
332.4	11.35 (חולון, בת ים)		+		3	גזרה דרומית				
922.8	4.83	25<Vehicles<50		3 קוים, 4 תחנות		טבעת תיכונה				
187.3	4.27 (רעננה, כפר סבא, הוד השרון)			פרברית כפר סבא : 1 תחנה כפר סבא-הוד השרון		גזרה צפונית				
222.6	3.625 (פתח תקווה, סביון, יהוד, נווה אפרים)		+	פרברית כפר סבא : 1 תחנה פתח תקוה- סגולה	1	גזרה מזרחית				
512.9	6.6 (ראשון לציון)			פרברית הראשונים : 2 תחנות כפר חב"ד, תחנה ראשון לציון	4	גזרה דרומית				
910.5	1.70	Vehicles<25		6 קוים, 10 תחנות		טבעת חיצונית				
389.9	1.35 (נתניה, טייבה, טירה, קלנסווה) 4.9 נתניה 0.17 (טייבה, טירה, קלנסווה)			פרברית בנימינה : 2 תחנות : בית יהושע, נתניה		גזרה צפונית				
199.6	0.825 (ראש העין, מודיעין, מכבים רעות, שוהם)			פרברית כפר סבא : 1 תחנה ראש העין צפון קו נתב"ג : תחנה		גזרה מזרחית				
321.1	2.93 (רחובות, אשדוד, רמלה, לוד, יבנה, גדרה, גן יבנה)			פרברית בית שמש : 2 תחנות לוד, רמלה בין-עירוני ת"א ב"ש : 1 תחנה לוד פרברית רחובות אשדוד : 5 תחנות לוד, באר יעקב, רחובות, יבנה, אשדוד פרברית הראשונים : 1 תחנה לוד		גזרה דרומית				

* חברת נתיבי איילון, (2003) דו"ח תיאור וניתוח מצב קיים.

** מסמך עקרונות למדיניות פיתוח מטרופולין ת"א, הערכת החלופות ומדיניות פיתוח המטרופולין, דו"ח מס' 4 1996 חישוב מדד נגישות עבור כל נקודה ונקודה כדלקמן:

- בחירת תחנות האוטובוס והרכבת הרלוונטיות לכל נקודה ונקודה בנפרד (בטווח הליכה מקסימאלי של 900 מטר)
- חישוב משך ההליכה מכל נקודה לכל תחנה
- חישוב ערך לתחנה: שקלול משך ההליכה עם תדירות הקו
- חישוב מדד נגישות: סכימה של כל תדירויות הסף לשם קבלת מדד הנגישות

טבלה 6 מסכמת את מערך התח"צ הקיים במטרופולין בחתך של טבעות וגזרות, וכן את תחזיות האוכלוסיה כפי שנחזו לשנת 2010 בהמשך למגמות קיימות בתכנית האב למטרופולין ת"א. טבלה זו מראה כי בטבעת החיצונית, הצפויה להיות בעלת כמות האוכלוסיה הגדולה ביותר גם בהמשך המגמות שהיו קיימות לפני עשור, יש את רמת הנגישות הנמוכה ביותר לתח"צ. לכן היא גם מעידה שהפוטנציאל לשינוי בטבעת זו, הן מבחינת רמת שרות התח"צ, והן מבחינת כמות האוכלוסייה המשוררת היא הגדולה ביותר. יתר על כן, מאחר שיש שונות רבה בתוך טבעת זו ברמת הנגישות, מחד, ומצויים בה רזרבות הקרקע הגדולות ביותר, מאידך, הפוטנציאל של שיפור משמעותי ברמת הנגישות כתוצאה משיפור רמת השרות למרכז המטרופולין הוא הרב ביותר. בו זמנית, חשוב לציין שלמגמה זו עלולות להיות השלכות שליליות לגבי שטחים פתוחים בטבעת החיצונית, וכי כתוצאה מהגברת הפרבור היא עלולה גם להביא לעליית הנסועה. בכדי למנוע זאת, יש צורך לבנות סל של אמצעים להפחתת השימוש ברכב ולריכוז הפיתוח בטבעת החיצונית.

במרכז המטרופולין מערכת הרכבות הפרבריות מתמקדת בפרוזדור האיילון. אזור זה נהנה גם מהנגישות הטובה ביותר לרכב. מאחר שלא ברור מה התרומה היחסית של מתע"ן בהשוואה לתרומה של נתיבי איילון לפיתוח פרוזדור זה יהיה קשה לבודד את השפעת המתע"ן במרכז המטרופולין. הקמתם של נתיבים מהירים, כמו זה המתוכנן כעת בכניסה לגלעין מכיוון ירושלים תקשה עוד יותר לבודד את השפעת אמצעי התחבורה השונים.

הרכבת הקלה לא צפויה, כאמור, להשפיע על המערך המטרופוליני כרכבת הפרברית. ראשית, תחנות הקצה שלה הן באזורים צפופים יחסית. גם התוואי שלה עובר ברובו באזורים רוויים. לעומת זאת, בגלעין הרכבת הקלה עוברת ממערב לאיילון, ומשפרת את הנגישות לחלקי גלעין שאינם משורתיים ע"י אמצעי הסעה המונית אחרים. לכן, יתכן והשפעתה העיקרית של הרכבת הקלה תורגש דווקא בגלעין, היכן שהיא עשויה לעודד שינויים בשימושי הקרקע לתעסוקה לאורך התוואים שלה (אם כי סביר, לאור הסעיף הקודם, שתרומתה להעלאת צפיפויות תהיה קטנה).

8. סיכום ומסקנות לגבי מטרופולין ת"א

ההשפעות המרחביות של מערכות תחבורה עתירות נוסעים הן פונקציה של זמן, מקום ואמצעי. במטרופולין ת"א מפותחות כיום שתי מערכות עיקריות. האחת היא מערכת הרכבת הפרברית והשנייה היא מערכת הרכבת הקלה, ובעיקר הקו האדום. כמו כן, מתוכנן נתיב מהיר בכניסה בין נתב"ג למחלף קיבוץ גלויות, ויתכנו נתיבים מהירים נוספים מעין אלו.

מידת השימוש במתע"ן היא פונקציה של מרחק הנסיעה בקו (הזמן על אמצעי המתע"ן, ביחס לזמן הנסיעה הכולל) ונוחות ההגעה למת"ן וממנו. על כן, מידת השימוש צפויה לעלות ככל שמרחק הנסיעה ארוך יותר, וצפיפות הבינוי בקרבת התחנות גבוהה יותר. בנוסף, תכנון טוב של נגישות לא-מוטורית לתחנות ועירוב שימושי קרקע בקרבתן עשוי לסייע בהעלאת אטרקטיביות המתע"ן. במטרופולין ת"א המשמעות של ממצאים אלו היא שהשימוש ברכבת הפרברית צפוי להיות גבוה במיוחד משולי המטרופולין. גם ההשפעה של הרכבת הפרברית על המערך המטרופוליני צפוי להתבטא בעיקר בשולי המטרופולין. כלומר, הרכבת הפרברית הינה משמעותית בעיקר לטבעת החיצונית של המטרופולין. מצד אחד, היא צפויה להעלות את האטרקטיביות של הטבעת החיצונית כמקום מגורים למועסקים במרכז המטרופולין, ובכך להגביר את לחצי הפיתוח בשולי המטרופולין ואת מגמות הפרבור. מצד שני, העוברים לשוליים והממשיכים לעבוד בגלעין צפויים להשתמש במערך הרכבות הפרבריות באופן אינטנסיבי למטרות יוממות. נתונים ראשוניים מאזור בנימינה מאששים את המסקנות הללו (ישראל, בהכנה). בו זמנית, השפעת הרכבת הפרברית על מרכז המטרופולין לא תתברר בקלות, שכן היא מגיעה במרכז לאזורים הנהנים ממילא מהנגישות הטובה ביותר גם ברכב, ואשר ישורתו גם באמצעות הנתיבים המהירים.

הקו האדום נבנה באזור הבנוי בצפיפויות הגבוהות ביותר במטרופולין. בכך הוא עשוי לשרת אזורים המבונים בצפיפות ברמה גבוהה, שכן תתאפשר אליו נגישות באמצעים לא מוטוריים מאזורים צפופים ואינטנסיביים ביותר. אולם, מאחר שאזורים אלו בנויים כבר ברובם, סביר שהשפעותיו המרחביות של הקו האדום יהיו מצומצמות. למעשה, יתכן שהשפעותיו של קו זה יורגשו יותר בגלעין, שם הוא משרת אזורים שאינם נגישים באמצעי מתע"ן אחרים, מאשר בקצוות הקו או לאורכו.

הפוטנציאל העיקרי של מתע"ן להשפיע על מערך שימושי הקרקע הוא באזורים שאינם מבונים כיום, אך מיועדים לבינוי, ואשר ישורתו היטב ע"י מתע"ן. באזורים אלו הנגישות המסופקת ע"י מתע"ן עשויה לתרום רבות לאטרקטיביותם. יתר על כן, ניתן לתכנן אזורים אלו בזיקה ישירה למתע"ן ובכך להגביר את אטרקטיביות המתע"ן, ולהגדיל את השימוש בו. במידה שכתוצאה מכך משקי הבית העוברים לאזורים אלו ירכשו פחות כלי רכב או ידחו את רכישת הרכב השני, אזי לתיאום ולבינוי המוקדם של מתע"ן באזורים אלו עשויה להיות גם השלכה ארוכת טווח על דפוסי הנסיעות.

במטרופולין ת"א אזור הפיתוח העיקרי בטבעות הפנימיות צפוי להיות אזור צפון-מערב ת"א, בין ת"א להרצליה. אזור זה נמצא גם בטווח המתאים לשרות ברכבות קלות או מערכות אוטובוסים עתירות קיבולת (high grade bus) ממרכז המטרופולין. אך אזור זה לא משולב כעת היטב בתכניות הפיתוח של מתע"ן בטווח הקצר או הבינוני. ממצאי עבודה זו מעידים שראוי אולי לבחון הקדמה של תכנון מתע"ן לאזור זה, וכן לאזורי פיתוח אינטנסיביים אחרים במטרופולין, כגון מתחם תע"ש ברמת השרון, כחלק אורגני מתכנון אותם אזורים. יתר על כן, ראוי לבחון דרכים בהן ניתן להבטיח הקמה מתואמת של מתע"ן עם פיתוח מוקדים אינטנסיביים, בכדי להשפיע על דפוסי הנסיעות לאותם אזורים ומהם בצורה המיטבית.

לבסוף, בכדי להשיא את השימוש במתע"ן, מחד, ובכדי למנוע פיתוח לא רצוי ובייחוד פרבור רחב היקף בטבעת החיצונית של המטרופולין ומעבר לה, יש צורך לגבש חבילה של אמצעי מדיניות שישלימו את המתע"ן. בעיקר יש צורך לתאם בין פיתוח המתע"ן לבין התכנון הפיסי של אזורים בסביבתו.

אמיר, ר., (2000), **על תפקידו של חיבור רכבתי למרכז הארץ בפיתוח מטרופולין באר שבע**, חיבור לשם קבלת תואר מוסמך בגיאוגרפיה, ירושלים, האוניברסיטה העברית.

זיו צ'י. וברכמן י'. (1989), "ניתוח השפעת רכבת הפרברים פתח תקווה – תל אביב על פריסת שימושי-הקרקע", **תנועה ותחבורה**, 20, ע"מ 31-36.

ישראל א., בהכנה, **הרכבת כמאיצה תמורות קרקעיות ותהליכי פרבור – ניתוח העדפות מגורים בשולי מטרופולין ת"א**, עבודת גמר לתואר מוסמך, המחלקה לגיאוגרפיה, האוניברסיטה העברית בירושלים.

ישראל א. ופיטלסון ע. (2004) "באיזו מידה מערכות התחבורה אכן משפיעות על פיתוח עירוני? המקרה המוזר של טול כרם", בתוך: י. בר-גל, נ. קליאוט וא. פלד (ערכים) **מחקרים בארץ ישראל: ספר אביאל דון**, אוניברסיטת חיפה, חיפה.

סלומון, א., פיטלסון, ע., כהן, ג., (1997), "הפתרון המסילתי: הבטחות ומגבלות", **רבעון לכלכלה**, 44, (4), 663-699.

פיטלסון ע' (1993), "התפתחות מערכות התחבורה בישראל בצבת שיקולים כלכליים, מדיניים וביטחוניים", **מחקרים בגיאוגרפיה של ארץ ישראל**, י"ד בערכת בן אריה א', תל אביב, ע"מ 227-249.

פרנקל א. ואשכנזי מ., 2005, **חזון בר קיימא מול מציאות זוחלת? תבנית הזחילה העירונית בישראל**, המרכז לחקר העיר והאזור, הטכניון, חיפה.

Aboucher, A., (1973), *The Analysis of Property Values and Subway Investment and Financing Policies*, Working Paper No. 7306, Institute for the Quantative Analysis of Social and Economic Policy, University of Tronto, Tronto, Canada.

Alonso, W., (1964), *Location and Land Use*, Cambridge: Harvard University Press.

Altshuler, A., (1979), *The Urban Transportation System*, MIT Press, London.

Armstrong, R.J., (1994), *Impact of Commuter Rail Services as Reflected in Single-Family Residential Property Values*, Paper Presented at the 73rd Annual Meeting of Transportation Research Board, Washington, D.C. From the TCRP, No. 16, Vol.1.

Arrington, G.B., Jr., (1989), *Light Rail and Land Use: a Portland Success Story*, Paper Presented at Transportation Research Board meeting, Washington, DC, January.

Asensio, J. (2000), "The Success Story of Spanish Suburban Railways: Determinants of Demand and Policy Implication", *Transport Policy*, 7, pp. 295-302.

Badoe, A.D., and Miller, J.M., (2000), "Transportation-Land-use Interaction: Empirical Findings in North America and Their Implications for Modeling", *Transportation Research D*, 5, pp. 235-263.

- Bagley, M.N., and Mokhtarian, P.L., (2002), "The impact of residential neighborhood type on travel behavior: A structural equations modeling approach", *Annals of Regional Science*, 36, pp. 279-297.
- Bajic, V., (1983), "The Effects of New Subway Line on Housing Pricing in Metropolitan Toronto", *Urban Studies*, 20, pp. 147-158.
- Banham, R., (1971), *Los Angeles: The Architecture of Four Ecologies*, New York : Harper and Row.
- Banister D. (2005) *Unsustainable Transport: City Transport in the New Century*, Routledge, London & N.Y.
- Banister, D., and Berechman, J. (2000), *Transport investment and economic development*, London: UCL.
- Ben-Akiva and Lerman, 1985, *Discrete Choice Analysis*, Cambridge: MA, MIT Press.
- Berechman, J., and Paswell, R.E., (1983), "Rail Transit Investment and CBD Revitalization: Methodology and Results", *Urban Studies*, 20, pp. 471- 486.
- Blum, U., (1982), "Effects of Transportation Investments on Regional Growth: A Theoretical and Empirical Investigation", *Papers in Regional Science*, 49, pp. 169-184.
- Boarnet, M.G., (1997), "Highways and Economic Productivity: Interpreting Recent Evidence", *Journal of Planning Literature*, 11, pp. 476-486.
- Boarnet, M.G., and Compin, N.S., (1999), "Transit-Oriented Development in San Diego County", *Journal of the American Planning Association* 65, pp. 80-95.
- Boarnet M.G. and Greenwald M., 2000, "Land use, urban design, and non-work travel", *Transportation Research Record*, 1722, 27-37.
- Boarnet, M. and Crane, R., 2001, "The influence of land use on travel behavior: specification and estimation strategies", *Transportation Research Part A*, 35, 323-845
- Boarnet, M. G., and Samiento, S., 1998, "Can land use policy really affect travel behavior? A study of the link between non-work and land use characteristics", *Urban Studies*, 35, pp. 1155-1169.
- Bollinger, C.R, Ihlanfeldt, K.R, (1997), "The Impact of Rapid Rail Transit on Economic Development: The Case of Atlanta's MARTA", *Journal of Urban Economics*, 42, pp.179-204.
- Bourne, L., (1969), "A Spatial Allocation-Land Use Conversion Model of Urban Growth", *Journal of Regional Science*, 9, pp. 261 –272.

Bowes, D.R, and Ihlanfeldt, K.R, (2001), "Identifying the Impacts of Rail Transit Stations on Residential Property Values", *Journal of Urban Economics*, 50, pp. 1-25.

Boyce, D.E., (1972), *Impact of Rapid Transit on Suburban Residential Property Values and Land Development*, Philadelphia: University of Pennsylvania.

Cambridge Systematic Inc., 1994, "The effects of land use and travel demand management strategies on commuting behavior", *Technology Sharing Program*, U.S department of transportation, pp. 3-1-3-25.

Catanese, A. J., (1988), "Transit, Life and Development in the Sunbelt", in Attoe W. (ed.), *Transit, Land Use and Form*, Center for the Study of American Architecture, pp. 47-54.

Cervero, C., (2002), "Built Environment and Mode Choice: Toward a Normative Framework", *Transportation Research D*, 7, pp. 265-284.

Cervero, R., (1989), *America's suburban centers: the land use-transportation link*, Boston : Unwin Hyman.

Cervero, R., (1994), "Rail Transit and Joint Development", *Journal of the American Planning Association*, 60, pp. 83-94.

Cervero, R., 1994a, "Transit-based housing in California: evidence on rider-ship impact", *Transportation Policy*, 1 pp. 174-183.

Cervero, R., 1994b, "Rail-oriented office development in California: how successful?", *Transportation Quarterly*, 48, pp. 33-44.

Cervero, R., (1995), "Sustainable New Towns", *Cities*, 12 (1), pp. 41-51.

Cervero, R., 1996, "Mixed land uses and commuting: evidence from the American housing survey", *Transportation Research A*, 30, pp. 361-377.

Cervero, R., (1998), *The Transit Metropolis*, Island Press, Washington & Covelo, California.

Cervero, R. (1998), "Creating a Linear City wuth a Surface Metro: Curitiba, Brazil" in *The Transit Metropolis: A Global Inquiry*, Island Press, Washington.

Cervero, R. (1998), Hierarchical Transit: Mexico City, Mexico" in *The Transit Metropolis: A Global Inquiry*, Island Press, Washington.

Cervero R. (2005) Progressive Transportation and the Poor: Bogota's Bold Steps Forward, *Access* 27 (Fall), pp. 24-30.

Cervero, R., and Gorham, R., 1995, "Commuting in transit versus automobile neighborhoods", *Journal of the American Planning Association*, Vol. 61, pp. 210-225.

Cervero, R., and Kockelman, K., 1997, "Travel demand and the 3D's: density, diversity, and design", *Transportation Research D*, 2, pp. 199-219.

Cervero, R., and Landis, J., (1993), "Assessing the Impacts of Urban Rail Transit on Local Real Estate Markets Using Quasi-Experimental Comparisons" *Transportation Research*, 27A (1), pp. 13-22.

Clark C., 1957, "Transport: maker and breaker of cities", *Town Planning Review*, 28, 237-250.

Cervero R., and Landis, J., (1997), "Twenty Years of the Bay Area Rapid Transit System: Land Use and Development Impacts", *Transportation Research Part A*, 31, 4, pp. 309-333.

Crampton, G.R., (2000), "Urban Economic Structure and the Optimal Rail System", *Urban Studies*, 37 (3), pp. 623-632.

Czamanski, S., (1966), "Effects of Public Investments on Urban Land Values", *Journal of the American Institute of Planners*, 32 (4), pp. 204-217.

Davis, D. E. (1994), *Urban Leviathan: Mexico City in the Twentieth Century*, Temple University Press, Philadelphia.

Deweese, D.D., (1975), *The Effect of Subway on Residential Property Values in Tronto*, Institute for Policy Analysis, University of Tronto, Tronto, Canada.

Douglas, G. B. III., and Evans IV, J. E., and Perincherry, V., 1997, "Transit friendliness factor: approach to quantifying transit access environment in a transportation planning model", *Transportation Research Record 1604*, , pp. 32-39.

Dunphy, R.T, and Fisher, K., 1996, "Transportation, congestion, and density: new insight", *Transportation Research Record 1552*,

Ewing, R., 1995, "Beyond density, mode choice, and single purpose trips", *Transportation Quarterly*, 49, 15-24.

Ewing, R. (1997) "Is Los Angeles-style sprawl desirable?", *Journal of the American Planning Association*, 63, pp. 107-126.

Ewing, R. and Cervero, R., 2001, "Travel and the built environment. A synthesis", *Transportation Research Record 1780*, pp. 87-114.

Ewing, R., and DeAnna, M., and Li, S. C., 1996, "Land use impacts on trip generation rates", *Transportation Research Record 1518*, pp. 1-6.

Feitelson E. & Salomon I., (2000), "The Implication of Differential Network Flexibility for Spatial Structure", *Transportation Research A*, pp. 459-479.

Fielding, G.J. (1995) "Transit in American Cities", in Hanson S. (ed.) *The Geography of Urban Transportation*, The Guilford Press, New York, London, pp. 287-305.

Filion, P., (2000), "Balancing Concentration and Dispersion? Public Policy and Urban Structure in Toronto", *Environment and Planning C*, 18, pp. 163-189.

Fishman, R., (1987), *Bourgeois Utopias*, New York: Basic Books.

Fogel R.W., (1970), *Railroads and American Economic Growth*, Baltimore and London: The John Hopkins Press.

Forrest, D., and Glen, J., and Ward, R., (1996), "The Impact of a Light Rail System on the Structure of House Prices", *Journal of Transport Economics and Policy*, 30 (1), pp. 15-29.

Fouracre, P., C. Dunkerley, and G. Gardner (2003), "Mass rapid transit systems for cities in the developing world," *Transport Reviews*, 23, 299-310.

Frank, L. D., and Pivo, G., 1994, "Impact of mixed use and density on utilization of three models of travel: single-occupant vehicle, transit, walking", *Transportation Research Record 1466*, pp. 44-52.

Frank, L. D., and Stone, B., and Bachman, W., 2000, "Linking land use with household vehicle emissions in the central Puget Sound: methodological framework and findings", *Transportation Research D*, 5, pp. 173-196.

Freeman, M., (1999), *Railways and the Victorian Imagination*, New Haven, Connecticut: Yale University Press.

Friedman B., and Gordon S.P. and Peers J.B., 1994, "The effect of neo-traditional neighborhood design on travel characteristics", *Transportation Research Record 1400*, 63-70.

Fulford, C., (1996), "The Compact City and the Market", in Jenks M. Burton, E., and Williams K. (eds.), *The Compact City: A Sustainable Urban Form?*, E&FN Spon Publishers, London and New York, pp. 122-133.

Gannon, C.A., and Dear, M.J., (1975), "Rapid Transit and Office Development", *Traffic Quarterly*, 29, pp. 223-257.

Gatzlaff, D.H., and Smith, M.T., (1993), "The Impact of Miami Metrorail on Value of Residences Near Station Locations", *Land Economics*, 69, pp. 54-66.

Giuliano, G., (1995), "Land Use Impacts of Transportation Investments: Highway and Transit", in Hanson S. (ed.) *The Geography of Urban Transportation*, The Guilford Press, New York, London, pp. 305-286.

Giuliano, G., (1995), "The Weakening Transportation-Land Use Connection", *Access*, 6, pp. 3-11.

Giuliano G. and Dargay J., 2005, "Car ownership, travel and land use: a comparison of the US and Great Britain", *Transportation Research A*", in Press.

Giuliano, G., and Small, K.A., (1993), "Is Journey to Work Explained by Urban Structure?", *Urban Studies*, vol. 30 No. 9, pp. 1485-1500.

Glaeser, E.L., (1998), "Are Cities Dying?", *Journal of Economic Perspectives*, 12(2), pp. 139-160.

Gordon, P., and Richardson, H.W., (1997), "Are Compact Cities Desirable Planning Goal?", *Journal of the American Planning Association*, 63 (1), pp. 95-106.

Green, R.D., and Jones, D.M., (1993), *Rail Transit Station Area Development: Small Modeling in Washington*, DC, New York: Armonk.

Guy, C.M., (1998) "Controlling New Retail Spaces: The Impress of Planning Policies in Western Europe", *Urban Studies*, 35: 953-979.

Hadj-Chikh, G.J., and Thompson, G.L., (1998), "Reaching jobs in the suburbs - Tri-Rail in south Florida", *Transportation Research Record*, Vol. 1618, pp. 14-21.

Handy, S., 1993, "Regional versus local accessibility: implications for non-work travel", *Transportation Research Record 1400*, , pp. 58-66.

Handy S., 1996a, "Methodologies for exploring the link between urban form and travel behavior", *Transportation Research D*, 1, 151-165

Handy, S., 1996b, "Urban form and pedestrian choice: study of Austin neighborhoods", *Transportation Research Record 1552*, 135-144.

Hanson S., (1995), "Getting There: Urban Geography in Context", in Hanson S. (ed.) *The Geography of Urban Transportation*, The Guilford Press, New York, London, pp. 3 -25.

Haynes, K., & Fotheringham, A.S., (1984), *Gravity and Spatial Interaction Models*, Beverly Hills, CA: sage Publication.

Hsu, C.I., Guo, S.P., (2001), "Household-Mode Choice and Residential-Rent Distribution in a Metropolitan Area with Surface Road and Rail Transit Networks", *Environment and Planning A*, Vol. 33, No. 9, pp. 1547-1575.

Hunt, J.D., McMillan, J.D.P., Abraham, J.E., (1994), "Stated Preferences Investigation of Influences on Attractiveness of Residential Location", *Transportation Research Record 1466*, pp. 79-87.

Jansen, G.R.M., (1993), "Commuting: Home Sprawl, Job Sprawl and Traffic Jams" in Salomon, I., Bovy, P., Orfeuil, J., (eds.), *A Billion Trips a Day*, Kluwer Academic Publishers, pp. 101-128.

Kastiri, T., Sun, X. and Wilmot, C.G., 1998, "Household travel, household characteristics and land use: An empirical study from the 1994 Portland activity-based travel survey", *Transportation Research Record* 1617, pp. 10-17.

Keeble, D., Owens, P., and Thompson, C., (1982), "Regional Accessibility and Economic Potential in the European Community, *Regional Science*, Vol. 16, pp. 419-432.

Kim, J.H., and Pagliara F., and Preston, J., (2004), *The Intention to Move and Residential Location Choice Behavior*, Paper presented at the 2004 World Conference on Transport Research in Istanbul, Turkey.

Kitamura, R., Mokhterian, P., and Laidet, L., 1997, "A Micro-analysis of land use and travel in five neighborhoods in the San Francisco Bay area", *Transportation*, 24, pp. 125-158.

Knight, R.L., & Trygg, L.L., (1977), "Evidence of Land Use Impacts of Rapid Transit Systems", *Transportation*, 6, pp. 231-247.

Kockelman, K. M., 1997, "Travel behavior as a function of accessibility, land use mixing, and land use balance: evidence from San Francisco Bay area", *Transportation Research Record* 1607, pp. 116-125.

Kreibich, V., (1978), "The Successful Transportation System and the Regional Planning Problem: an Evolution of the Munich Rapid Transit System in the Context of Urban and Regional Planning", *Transportation*, 7, pp. 137-145.

Landis, J., Guhathakurta, S., Haung, W., Zhang M., (1995), *Rail Transit Investments, Real Estate Values, and Land Changes: A Comparative Analysis of Five California Rail Transit System*, Working Paper UCTC No. 285, The University of California – Berkeley, Transportation Center.

Lehrer, U.A., (1994), "Images of the Periphery: The Architecture of FlexSpace in Switzerland", *Environmental and Planning D*, 12 (2), pp. 187-205.

Lord, D. J., (1988), *Retail Decentralization and CBD Decline in American Cities*, Institute for Retail Studies, University of Stirling.

Maat K., 2001, "Effects of Dutch compact city policy on travel behavior" in: E. Feitelson and E. Verhoef (eds.) *Transport and Environment: In Search of Sustainable Solutions*, Edward Elgar, Cheltenham UK and Northampton MA, USA.

Mackensen, R., (1999), "Urban Decentralization Processes in Western Europe", *Urban Change in the United States and Western Europe: Comparative Analysis and Policy*, Summers, A.A. Cheshire, P. C., and Lanfranco S. (Eds.), Washington, DC : Urban Institute Press, pp. 297-323.

- Mackett, R.L., (1993), "Structure of Linkages between Transport and Land Use", *Transportation Research B*, 27B (3), pp. 189-206.
- Manheim, M. L., (1979), *Fundamentals of Transportation Systems Analysis*, Cambridge: MIT Press.
- Marchwinski, T., (1998), "Economic Impact of Existing and New Commuter Rail Service on Retail and Recreational Spending in the Vicinity of Satation Areas", *Transportation Research Record*, 1623, pp. 135-143.
- Marshall S., 2001, "Public transport-oriented urban design: plans and possibilities", in: E. Feitelson and E. Verhoef (eds.) *Transport and Environment: In Search of Sustainable Solutions*, Edward Elgar, Cheltenham UK and Northampton MA, USA.
- McCormack, E., Rutherford, S.G. and Wilkinson, M.G., 2001, "Travel impacts of mixed land use neighborhoods in Seattle, Washington", *Transportation Research Record*, 1780, 25-32.
- McMillen, D.P., (1989), "An Empirical Model of Urban Fringe Land Use", *Land Economics*, 65 (2), pp. 138-145.
- Messenger, T., and Ewing, R., 1996, "Transit-oriented development in the sunbelt", In *Transportation Research Record 1552*, pp. 143-153.
- Meurs, H. and Haaijer, R., 2001, "Spatial structure and mobility", *Transportation Research D*, 6, 429-446.
- Miller, E.J. and Ibrahim A., "Urban form and vehicular travel: some empirical findings", *Transportation Research Record 1617*, pp. 18-27.
- Mills, E. S., (1972), *Studies in Structure of the Urban Economy*, Baltimore: John Hopkins Press.
- Mindali, O., Raveh, A., Salomon, I., (2004), "Urban density and energy consumption: a new look at old statistics", *Transportation Research A*, 38, pp.143-162.
- Miyamoto, K., (1992), "Integrated Land-Use and Transportation Planning and Implementation for Developing Metropolises", *Regional Development Dialogue*, 13, pp. 26-45.
- Muller, P.O., (1995), "Transportation and Urban Form: Stages in the Spatial Evolution of the American Metropolis", in Hanson S. (ed.) *The Geography of Urban Transportation*, The Guillford Press, New York, London, pp. 26-52.
- Mullins, J.A., et al., (1989), "Land Use Impacts of Houston Transitway System" *Transportation Research Record*, 1237, Washington D.C., Transportation Research Board, pp. 29-38.

Nelson, A.C., and Sanchez, T.L., (1997), ***The Influence of MARTA on Population and Employment Location***, Paper Presented at the 76th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington DC.

Newman, P.W.G., and Kenworthy, J. R., (1992), ***Cities and Automobile Dependence: A Sourcebook***, Aldershot, Hants: Avebury Technical.

Nivola, P.S. (1999) ***Laws of the Landscape, How Policies Shape Cities in Europe and America***, Washington, D.C.: Brookings.

Northern Virginia Planning District Commission (NVPDC), (1993), ***Impact Assessment of the Virginia Railway Express Commuter Rail on Land Use Development Patterns in Northern Virginia***, Washington: US Department of Transportation.

Pagliara, F., and Preston, J., (2003), ***The Impact of Transportation on Residential Location (TN6)***, Transport Studies Unit, University of Oxford.

Papa, E., 2005, “***Urban transformation and rail stations system: the study case of Naples***”, Presented at 45th Congress of the European Regional Science Association , 23-27 August, Amsterdam.

Parsons and Brinckerhoff Quade Douglas, 1993, ***The Pedestrian Environment***, 1000 Friends of Oregon, Portland, pp. 29-34.

Pharoah, T., Apel, D., (1995), ***Transport Concepts in European Cities***, Aldershot: Ashgate.

Pickrell, D.H, (1999), “Transportation and Land Use”, in Gomez-Idanez J., Tye W. and Winston C., ***Essays in Transportation Economics and Policy***, pp. 403-435.

Pill, J., (1988), “Toronto: Thirty Years of Transit Development”, in Attoe W. (ed.), ***Transit, Land Use and Form***, Center for the Study of American Architecture, pp. 57-62.

Polzin, S.E., Chu, X.H. and Rey, J. R., 2000, “Density and captivity in public transit success - Observations from the 1995 Nationwide Personal Transportation Study” ***Transportation Research Record 1735***, 10-18.

Post, J.R., (1988), “The Portland Light Rail Experience”, in Attoe W. (ed.), ***Transit, Land Use and Form***, Center for the Study of American Architecture, pp. 63-80.

Pucher, J., and Kurth, S., (1996), "Verkehrsverbund: The Success of Regional Public Transport in Germany, Austria and Switzerland", ***Transport Policy***, Vol. 2, No. 4, pp. 279-291.

Pushkarev, B.S., and Zupan, J.M, (1977), ***Public Transportation and Land Use Policy***, Indiana University Press, Bloomington.

- Rabinovitch, J. (1996), "Innovative land use and public transport policy - The case of Curitiba, Brazil," *Land Use Policy*, 13 (1), 51-67.
- Rabinovitch, J. and J. Leitman (1996), "Urban planning in Curitiba," *Scientific American*, 274 (3), 46-53.
- Replogle, M., 1990, "Computer transportation models for land use regulation and master planning in Montgomery County, Maryland", *Transportation Research Record* 1262, pp. 91-100.
- Rietveld, P., (1994), "Spatial Economic Impacts of Transport Infrastructure Supply", *Transportation Research A*, vol. 28A, No. 4, pp. 329-341.
- Rietveld, P., and Bruinsma, F., (1998), *Is Transport Infrastructure Effective? Transport Infrastructure and Accessibility: Impacts on the Space Economy*, Springer – Verlag Berlin – Heidelberg.
- Rodriguez, D. A. (2004) "Spatial choices and excess commuting: a case study of bank tellers in Bogotá, Colombia", *Journal of Transport Geography*, 12, pp. 49-61
- Rodriguez, D. A. and F. Targa (2004), "Value of accessibility to Bogota's bus rapid transit system," *Transport Reviews*, 24 (5), 587-610.
- Rothblatt, D.N., (1994), "North American Metropolitan Planning", *Journal of the American Planning Association*, vol.60, No. 4, pp. 501-520.
- Rubin, A., and Moore, J.E., and Lee, S., (1999), "Ten Myths about US Rail Systems", *Transport Policy*, 6, pp. 57-73.
- Schimek, P., 1996, "Household motor ownership and use: how much does residential density matter?", *Transportation Research Record* 1552, pp. 120-125.
- Schwanen, T., and Dijst, M., (2002), "Travel-Time Ratios for Visits to the Workplace: The Relationship between Commuting and Work Duration", *Transportation Research Part A*, 36, pp. 573-592.
- Smith, H. and J. Raemaekers (1998), "Land use pattern and transport in Curitiba," *Land Use Policy*, 15 (3), 233-51.
- Smith, N. and D. Hensher (1998), "The Future of Exclusive Busways: The Brazilian Experience," *Transport Reviews*, 18 (2), 131-52.
- Snellen, D., Borgers, A. and Timmermans, H., 2002, "Urban form, road network type and mode choice for frequently conducted activities: a multilevel analysis using quasi-experimental design data", *Environment and Planning A*, 34, 1207-1220.
- Soberman, R.M., (1997), "Rethinking Urban Transportation", *Transportation Research Record*, No. 1606, pp. 33-39.

Srinivsaan, S., 2002, "Quantifying spatial characteristics of cities", *Urban Studies*, 39(11), 2005-2028.

Srinivsaan, S., and Ferreira, J., 2002, "travel behavior at the household level: understanding linkages with residential choice", *Transportation Research D*, 7, 225-242

Steer Davis Gleave, (2005), *What Light Rail can do for Cities*, London.

Stucker, J.P., (1975), "Transport Improvements, Commuting Costs, and Residential Location", *Journal of Urban Economics*, 2, pp. 123-143.

Taaffe E.J., Morrill R.L., Gould P.R., (1963), "Transport Expansion in Underdeveloped Countries – Comparative Analysis", *Geographical Review*, 53, pp. 503-529.

TCRP Repot 16 (1996), *Transit and Urban Form, Vol. 1*, transportation Research Board, Washington D.C.: National Academy Press.

Troped, P.J., Saunders, R.P., Pate, R.R., Rrining, B., Ureda, J.R. and Thompson S.J., 2001, "Associations between self-reported and objective physical environment factors and use of a community rail-trail", *Preventive Medicine*, 32, 191-200.

van Den Berg, L., and Pol, P., (1998), *The European High-Speed Train and Urban Development*, Ashgate Publishing Company, England.

Van Wee B. and van der Hoorn T., 2001, "Land-use impacts on passenger transport: a comparison of Dutch scenario studies", in: E. Feitelson and E. Verhoef (eds.) *Transport and Environment: In Search of Sustainable Solutions*, Edward Elgar, Cheltenham UK and Northampton MA, USA.

Vance, J.E., (1991), "Human Mobility and the Shaping of our Cities", in Hart, J.F., (Ed.), *Our changing cities*, Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Vasconcellos, E. A. (1997), "The making of the middle-class city: trnasportation policy in Sao paulo" *Environment and Planning A*, 29, pp. 293-310.

Vickerman, R., Spiekermann, K., and Wegener, M., (1999), "Accessibility and Economic Development in Europe", *Regional Studies*, Vol. 33, No. 1, pp. 1-15.

Voith, R., (1993), "Changing Capitalization of CBD-Oriented Transportation Systems: Evidence from Philadelphia, 1970-1988", *Journal of Urban Economics*, 33, pp. 361-376.

Warner, S.B., (1970), *Streetcar Suburbs*, Cambridge, Harvard University Press.

Wegener, M. (1994): Operational urban models: state of the art. *Journal of the American Planning Association* 59, 17-29.

Wegener, M., (1996), "Reduction of CO₂ Emissions of Transport by Reorganization of Urban Activities" in Hayashi Y & Roy J. (eds.), ***Transport, Land-Use and the Environment***, Kluwer Academic Publishers, pp. 103-124.

Wegener, M., and Fürst, F., (1999), ***Land-Use Transport Interaction: State of the Art***, Dortmund: Institut für Raumplanung.

Whittlesey, D., (1935), "The Impress of Effective Central Authority upon the Landscape", ***Annals of the American Association of Geographers***, 25, pp. 85-97.

Workman, S.L., Bord, D., (1997), ***Measuring the Neighborhood Benefits of Rail Transit Accessibility***, Paper Presented at the 76th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington DC.

World Bank (2005), "Quito, Busways, Equadorm", <http://web.worldbank.org>

World Bank (2005), "Transmilenio busway-based mass transit, Bogotá, Colombia", <http://web.worldbank.or>

