

תוכן העניינים

דבר העורך

העברת מערכת התכנון למשרד האוצר :
האומנם מעשה נכון? 3

מן הנעשה באיגוד

דבר היו"ר 10
עדנה לרמן

בשדה התכנון

סמל למקצוע התכנון 12
הרווי מ. גייקובס

מדור מיוחד: ביג דאטה בתכנון העירוני

הקדמה : נתונים גדולים עבור בעיות (עירוניות) גדולות 14
דניאל פלזנשטיין – עורך אורח

שימוש בשיטות איתור בתכנון עירוני 19
נעם שובל ועמית בירנבוים

יישומים של ביג-דאטה עירוני להערכת הנגישות
לתחבורה ציבורית בגוש דן 37
ערן בן-אליא, יצחק בננסון, יודן רופא, אלי ספרא ודימיטרי גיזרסקי

תכנון של התאוששות עירונית באמצעות ביג דאטה
'סינתטי' 59
יאיר גרינברגר, מיכל ליכטר ודניאל פלזנשטיין

האם ניתן ללמוד מתוך התוכן הקיים במדיה החברתית
על הצרכים של משתמשי הדרך? 84
אילת גל-צור, צבי קופליק, עינת מינקוב, איתי שור, סוזן
גרנט-מולר וסילביו נוצ'רה

דינמיקה עיתית במע"ר המטרופוליני של תל-אביב בראי
נתוני איתור סלולריים 102
אייל אשבל, יגאל צירני וערן רזין

על הכוונת

העברת התכנון לאוצר : דיון ביקורתי בנוגע להגיונות
שמאחורי החלטה זו 117
ערן פייטלסון

לעניין

תוכנית פיזור האוכלוסיה ותפרוסת ארצית של האוכלוסיה
מ-1963 126
אליהו בורוכוב

משפט אחרון

שינויים במערכת התכנון ומעורבות בית המשפט במוסדות
התכנון 135
איריס האן

חלון אל העולם

מארוך הספרים התכנוני : תכנון וקיימות חברתית 141
אליה ורצברגר
סקירת ספר : מגה-אזור כיחידה תכנונית 146
שאול קרקובר

משתתפים בחוברת 150

העיר ותמורות עקב התחממות גלובלית

מאייר : זהר אלכסנדר (בן 9)

העיר מוכת סערה 9

העיר המוצפת – העלאת מפלס הים 125

העיר המזוהמת/מזוהמת 145

העיר הירוקה (דירות ורכבים סולריים, גגות ירוקים, חוות רוח) 153



ברוב כתבי העת, דבר העורך משמש מעין הקדמה להציג את תוכן החוברת היוצאת לאור, אך ב-תכנון ההרגל שונה. בדרך כלל אני נמנע מסקירת תכולת החוברת, ומשתמש במדור שלי כבמה להתבטא בנושא תכנוני אקטואלי, שנראה לי חשוב לקוראי הביטאון. במקרה הנוכחי אני עושה את שניהם יחד. נושא הכתבה להלן - העברת מערכת התכנון למשרד האוצר - הוא גם נושא לתגובת יו"ר האיגוד במדור שלה, של המאמר של פרופ' ערן פייטלסון במדור "על הכוונת", וגם נידון ע"י עו"ד איריס האן במדור שלה: "משפט אחרון". בנייתו שלה, הכתבה שלי מאזכרת את תרומותיהם ושמה אותן בראיה יותר רחבה.

העברת מערכת התכנון למשרד האוצר: האומנם מעשה נבון?

על מנת להעריך את המדיניות שמיושמת בעת כתיבת שורות אלו - העתקת המרכיבים הממלכתיים של מערכת התכנון מתחום משרד הפנים לשליטת שר האוצר - כדאי לבחון אותה בהסתכלות רחבה ומהיבט היסטורי. זאת לא הפעם הראשונה שרעיון העברת השליטה במוסדות התכנון בין משרדי הממשלה נקשר ביעול תהליך התכנון ושיפור תוצאותיו בכלל, והשגת מטרות מסוימות בפרט, ואין זאת ההעברה הראשונה של מוסדות תכנון בין משרד ממשלתי אחד למשנהו. לכן, ניתוח של מעשים אלו על מניעיהם ותוצאותיהם יכול לאפשר לנו ללמוד מלקחי הנסיון.

בהמשך אתייחס להעברת המיקום של מוסדות התכנון במרקם הממשלתי-ממלכתי משני היבטים. האחד: הקשר בין מיקום מוסדות התכנון ועוצמתם מול שחקנים משמעותיים אחרים בתהליך הממשל ובזירה הפוליטית - עוצמה שקובעת את ייזום, קידום ויישום של תכניות ומדיניות תכנוניות. השני: הקשר בין מערכת התכנון ומיקומה והשגת מטרות מסוימות בכלל, ויישום המשימה הנוכחית - הורדת מחירי הדיור - בפרט.

הקשר ההיסטורי: עוצמת מוסדות התכנון

בתקופה הראשונה אחרי קום המדינה, מערכת התכנון הסטטוטורי המסדיר, שהוקמה עוד ע"י השלטון המנדטורי הבריטי, הייתה נספחת למשרד השיכון. על אף הכח הפוליטי של בעל הבית הייעודי, שעיסוקו בבעיות קיומיות של קליטת ושיכון העליות ההמוניות, השפעת מערכת התכנון המסדיר הייתה מועטה. לעומת

זאת, לתכנון המתווה, בו גובשו עקרונות פיתוח המרחב לתווך ארוך, היתה השפעה רבה. לדוגמה, התכנית הארצית הראשונה של אריה שרון, שנתנה ביטוי מרחבי למדיניות פיזור האוכלוסייה. אך השפעה זאת לא צמחה מכח פוליטי או מוסדי של יוזמי התכנית ועורכיה, אלא מכך שהתכנית הראתה יישום מדיניות מוסכמת במונחים מקצועיים אמיתיים ששיקפו את הפרקטיקה המיטבית של הימים ההם. מאלפת ההשוואה בין תוכנית זאת ומגבילתה דהיום – תמ"א 35 – כאשר שתייהן מבטאות מדיניות תכנון ופיתוח מרחבי מגובשת – אך בראשונה המדיניות העקרונית הייתה מקובלת ומוסכמת על כולם, ואילו בימינו לא.

בעשורי ההמשך הגורמים הדומיננטים במערכת התכנון היו משרד השיכון, מנהל מקרקעי ישראל, ומח' ההתיישבות של הסוכנות היהודית. כולם היו עסוקים בתכנון פיתוח וביצועו כדי לספק את הביקושים לשיכון ופיתוח מתאים של גלי העליה והאוכלוסייה הגוברת. במערכת זאת היה לתכנון המסדיר, שנוהל ע"י מוסדות התכנון הסטטוטורי, תפקיד זוט. חלוקת חשיבות זאת השתקפה עם מיסוד שיטתי ראשון של מערכת התכנון, כאשר השליטה על התכנון הסטטוטורי ומוסדותיו הוענקה (יחד עם הפיקוח על השילטון המקומי) לשר הפנים.

הנימוק הפורמלי להעברת מוסדות התכנון למשרד הפנים היה אותו נימוק שמועלה היום להשאתם שם: הצורך לתאם בינמערכתי בין מוסדות התכנון והרשויות המקומיות, שמתאפשר כביכול בהיות שניהם תחת משרד הפנים. המניע האמיתי היה שונה, והיה כרוך במהלכים פוליטיים בהרכבת ממשלות קואליציוניות בארץ. בממשלות אלו, ברשות מפא"י ואחר כך המערך, משרד הפנים היה מעין פרס תנחומים שמוענק לשותף זוט בקואליציה – תחילה למפלגה ליברלית ולרוב התקופה למפלגה דתית: המפד"ל. במקביל, המשרדים הייעודיים החזקים, ובראשם משרד השיכון, נשארו בידי המפלגה השולטת. מסורת זאת המשיכה אחרי המהפך, עם החלפת המפד"ל ע"י ש"ס, ובמקום המערך הליכוד.

הסדר זה הוליד בעיות שמורגשות עד היום: מוסדות התכנון בחסות משרד הפנים חלשים מדי בזירה הפוליטית, בה נקבעות החלטות שמיישמות למעשה את מדיניות התכנון לכאורה. ביחס כוחות זה, מוסדות התכנון הסטטוטורי, שאחראים לתכנון המסדיר ולהסתמכותו על התכנון קדימה (בתמ"אות ותמ"מות) אינם די איתנים לעמוד נגד שחקנים חזקים אחרים. אלו כוללים גופים ממלכתיים שמופקדים על התכנון היוזם ותכנון הפיתוח – משרד השיכון (היום – משרד הבניה), ממ"י (היום: רמ"י) ומשרדים ייעודיים אחרים כמו תשתיות לאומיות ותחבורה. דרך אגב, המשרד להגנת הסביבה סובל מאותן הבעיות כתוצאה מהסדר פוליטי דומה. פשוט, עוצמתם בפועל של שרים אלה אינה שווה לסמכותם הפורמלית.

כפי שפייטלסון מבהיר במאמרו המצויין, ישנם בעלי עניין רבים ומשמעותיים בארץ, שמערכת תכנון חלשה משרתת אותם היטב. אחרים, שהיו מודאגים מהמצב שתואר כאן, הציעו רפורמות שמיועדות לשדרג את מעמדן של מוסדות התכנון ולהעניק למערכת התכנון את העוצמה שדרושה להחלת העקרונות של התכנון המתווה ואכיפת ההוראות של התכניות המסדירות הלכה למעשה.

הצעה אחת דרשה את הפיכת מינהל התכנון לרשות ממלכתית מקצועית עצמאית, שכל מוסדות התכנון הסטטוטוריות האחרים יהיו כפופים לה בלבד.

לפי חזון זה התכנון יפעל כמערכת מקצועית עצמאית נטולת לחצים פוליטיים או שיקולים זרים כלכליים, בדומה למערכת המשפט. שאיפה אוטופית זאת עדיין רווחת אצלנו במקצוע, ונרמז עליה בהערות של יו"ר האיגוד (בהמשך בחוברת זאת) בתגובתה לשינויים שמתבצעים במערכת התכנון. הרעיון הועלה בחוגים מקצועיים-אקדמיים, אך נחשב כה בלתי-מציאותי שלא זכה לתשומת לב יותר רחבה או דיון בכל זירה פוליטית או ציבורית.

להבדיל מהצעה זאת, הועלו יוזמות שונות בזירה הפוליטית-מדינית לתקן את מגרעות מערכת התכנון ע"י הוצאת מוסדות התכנון הסטטוטורי ממשרד הפנים והעברתם (כפי שנעשה עכשיו) לחסות משרד ממשלתי אחר. שילוב התכנון עם משרד ייעודי לא נראה מתאים, אך העברתו לאחריות הישירה של רה"מ נראה מבטיחה ואפשרית. מיקום זה מתאים לתפקיד רה"מ כסמכות מתאמת בנושאים לאומיים שחוצים תחומים ייעודיים, ומשרד רה"מ יכול לקלוט רשות תכנון (שכוללת את ממ"י) בדומה למועצה לביטחון לאומי. הצעה ברוח זאת קרמה עור וגידים, קודמה נמרצות ע"י אהוד ברק בתקופת ממשלתו, ורק לא זכתה ליישום עקב הפסדו בבחירות. בהסתכלות אובייקטיבית בדיעבד, חבל.

ההקשר ההיסטורי: עוצמת משרד האוצר

לעומת מערכת התכנון, הלקויה בחולשה מבנית, למשרד האוצר בעייה הפוכה: עודף כח. בעייה זאת משותפת לכל משרדי האוצר במדינות מתוקנות, עקב שליטתם במשאב שהוא נשמת אפם של החברה, המדינה ומוסדותיה: הכסף. אף שהיא עדיין קיימת, הבעייה פחותה במשטרים (כמו גרמניה) ובמדינות עם הפרדת רשויות מגובשת, כמו ארה"ב; הבעייה יותר מורגשת במדינות ריכוזיות, כמו בריטניה וצרפת. בישראל, כמדינה קטנה, מתוקנת ומאד ריכוזית, משרד האוצר נהנה מעוצמה כה רבה שלעיתים משווים אותה לשליטה מוחלטת במנגנוני המדינה: "האוצר זה הממשלה".

ברשות המבצעת שבסמכות הממשלה, שליטת משרד האוצר נובעת מאחריותו לתקציב, שמאפשרת לו להקצות לכל משרד ומוסד ממשלתי את הממון החיוני לקיומו ופעולותיו השוטפות.

אחריות זאת חובקת בתוכה גם את סמכות הפיקוח על עריכת הצעות התקציב של כל משרד, ועל התאמת הוצאותיו בפועל לתקציב הממשלתי המאושר. להפעלת סמכויות אלו משרד האוצר מיסד בתוכו מנגנון תיאום ופיקוח המורכב ממספר פקידים (מבין "צעירי האוצר" המקצועיים והמוכשרים) שכ"א משמש רפרנט לאחד או כמה משרדים מוגדרים. לעתים קרובות רפרנטים אלו והאוצר בכלל, בעזרת ייעוץ מיקצועי משלו, טוענים למומחיות השווה ל- (או עולה על) זאת של כל משרד ייעודי בתחום עליו הוא מופקד, ומתווה ומבצע מדיניות באותו תחום בהקצעת משאבים לפי תפיסותיו. כך קורה בתחום הבריאות עם הקצעות למיטות בתי חולים וסל התרופות, וכך קרה עם דחיית מימון מתקני ההתפלה בתחום משטר המים, ודחיית יישום התכניות להסעה המונית לגוש דן עד עכשיו (כעשרים שנה באיחור) בתחום התחבורה.

שליטת האוצר על מנגנוני המדינה אינה מוגבלת, חלילה, רק לרשות המבצעת. בעזרת חוק ההסדרים (הידוע - למבינים - לשימחה) הוא הרחיב את שליטתו

גם לרשות המחוקקת. הכוח של חוק זה לשנות או לבטל, בהסתר, חקיקה ראשית הוגבלה במקצת לאחרונה ע"י רפורמות בנוהל הדיון בכנסת, אך הוא נשאר כלי רב עוצמה להשלטת רצון האוצר על כוונותיה של הכנסת. אולי הדוגמה הבולטת של השפעת האוצר על החקיקה ומדיניות בפועל היא ביטול למעשה של חוק הדיור הציבורי (שנחקק לפני עשור או יותר) באמצעות סעיף בחוק ההסדרים שמשהה את החלתו בפועל לשנת התקציב הבאה.

אם הוא כבר כה חזק, מדוע שר האוצר החדש הייה צריך להעביר את מערכת התכנון לשליטתו הגלויה כדי להבטיח ביצוע מדיניותו המוצהרת למאבק במשבר הדיור? לא היה שום מנוס, עם הכלים שעומדים לרשותו, ליישם אותם שינויים מבניים במערכת התכנון ולהשיג אותן התוצאות, בהפעלת כלים אלו להשפעה מכריעה (כמו קודם) אף כי בלתי-ישירה. מתבקשת המסקנה שהעברת התיכנון ממשד הפנים לשליטת האוצר היה יותר אקט הצהרתי פוליטי מפעולה מחושבת לקידום מדיניות מגובשת. עד רבה, הרושם שעולה מהצהרות הממסד ומהפעולות שבוצעו עד כה, הוא שההצהרות והשינויים המבניים-מוסדיים הם עיקר המדיניות, בהעדר תוכן מגובש המצביע על פעולות וכלים מחושבים להשגה יעילה של התוצאות הרצויות: הורדה משמעותית – אך הדרגתית – במחירי הדיור.

הקשר בין האמצעים והמטרה: מערכת התכנון ומחירי הדיור

במאמרו להלן (במדור "על הכוונות") פרופ' פייטלסון מציג הוכחה משכנעת שמשבר מחירי הדיור אינו קשור למעשיה או מחדליה של מערכת התכנון. מלאי עתודות השטחים המיועדים תכנונית למגורים מספיק לספק את הביקושים העכשיוויים וצפויים, ואין צורך במהפכות מבניות כדי להסיר את החסמים שמונים הפיכת חלק מעתודות אלו לאתרים זמינים לבנייה. עוד לפני כינון הממשלה הנוכחית התחילו להיערך לצעדים מתאימים לטפל בגורמי חסמים אלו.

המאמר מראה באופן בהיר (בניתוח ממוקד של מגמות רב שנתיות) שמקור ההאמרה במחירי הדיור אינו באי-התאמה כמותית בממוצע בין היצע הדיור ובין הביקושים לדיור בתור טובין לשימוש כמגורים, אלא הגברת הביקושים לדיור בתור נכס להשקעה. המסקנה המתבקשת מניתוח זה היא שעודף ההיצע על הביקוש שגורם, כביכול, לזינוק המחירים, הוא ברובו ביקוש ספקולטיבי. הגיוס של מערכת התכנון למאמצי קביטת הדיור לאפשר בנייה מיידית של אלפי יחידות דיור חדשים, כפי שמכוונים השינויים שבתהליך, לא אמור לתרום מאומה להעטת קצב העלאת מחירי הדיור או הפיכת מגמתם הצפויה.

פייטלסון מסכם את ניתוחו בהצבעה על המשבר הנוכחי לא כבעיה של חוסר בהספקת יחידות דיור למבקשים אלא כבעיה של שוק ספקולטיבי. הגברה הבלתי-מרוסנת במחירי הדיור משך העשור האחרון היא כשל שוק שנגרם ברובו ע"י המדיניות הפיסקלית של הממשלות האחרונות: בין השאר, למשל, בהוזלת המימון המשכנתאי להשקעות בדיור. באופן פרדוקסלי (בהתחשב בפעולות האחרונות של שר האוצר), כפי שמדיניות של האוצר גרם למשבר, יש בידי האוצר כל הכלים הדרושים למתן, אם לא לפתור אותו.

ניתוח שוק הדיור ע"י כלכלני האוצר הניאו-ליברליים, הוליד את הגדרתם שהבעיה היא במיעוט ההיצע, מוטעה ביסודו מסיבה פשוטה: הוא מתייחס לביקושים והיצע בשוק דיור אגרטיבי ויחיד. אך אין דבר כזה במציאות, כפי שכל מבין בנדל"ן יאשר: יש שווקי דיור רבים ושונים שמובדלים במיקום וטיב של ההיצע וכח הקניה של הביקושים. מסקנת האוצר מטשטשת את המשבר האמיתי: המחסור בדבה"י (דיור בהישג יד), שעלית מחירי הדיור ביסודו וזניקתם הולך ומחריף אותו.

כפי שהעברת מוסדות התכנון לאוצר אינה עשויה לתרום לפתרון משבר מחירי הדיור, היא לא תעזור לספק את הביקוש לדבה"י, שהיה מאחרי המחאה החברתית ב-2011. התכניות שהוצעו ע"י משרד הבנייה והאוצר בממשלה הקודמת (ובחלקן ביישום עכשיו) נדונות לכישלון בהתמודדות עם הבעיה: מעט מדי ומאוחר מדי. כפי שכתבתי כאן קודם (תכנון 10/2 2013 עמ' 4-8) יודעי דבר בממסד ומחוצה לו מודעים למדיניות הנכונה לאפשר הספקת הביקושים לדבה"י בתנאי השוק הנוכחים. מדיניות זאת כרוכה בנכונות להשקיע משאבים ציבוריים משמעותיים בסובסידיה עמוקה לבונים, אשר תכסה את ההפרש בין שכר דירה בהישג יד ועלות אותה הדירה באיזור הביקוש, במחירי שוק הרווחיים ליזמים וקבלנים. נכונות זאת אינה קיימת: סובסידיה כזאת במחירי קרקע בבעלות המדינה היא כלי שמיועד להשיג את המטרה באחת התכניות החדשות: מחיר למשתכן. אך ההנחה ליזם היא כה קטנה שתוצר התכנית תהיה תוספת זעומה למלאי הדבה"י הצפוי.

דיון ומסקנות: המלצות למדיניות נבונה

מהסקירה לעיל ניתן להסיק שלוש מסקנות:

- לגבי תפקוד מערכת התכנון, הנסיון מלמד שהיותם מוסדות התכנון בחסות משרד הפנים אינו הסדר אידיאלי. חולשתו הפוליטית של "משרד הבית" גורעת מעוצמתה של מערכת התכנון ומונעת לעתים את היישום המועיל של משימותיה. אבחון זה נותן עילה, כביכול, להעברת מוסדות התכנון לשליטה של משרד אחר מתאים יותר כדי להכשיר את מערכת התכנון למטרה מסויימת: לפתור את משבר מחירי הדיור. אך גם עם תובנה זאת, עולות השאלות: האם משרד האוצר הוא המשרד המתאים? והאם העברת מוסדות התכנון למשרד האוצר תתרום להשגת היעד הרצוי?
- משרד האוצר לא סובל מחולשה, אלא נהנה מעוצמה רבה - אפילו, לטעם משקיפים רבים (כולל מהממסד והכנסת) מעוצמה יתרה. כאן, לקח הנסיון מצביע נגד הענקת סמכויות נוספות לשר האוצר, פן יתערר עוד יותר האיזון בין הרשויות, וייפגע האיזון הנכון בין שיקולים כלכליים, סביבתיים וחברתיים.
- בעית מחירי הדיור אינה קשורה לתכנון, לכן העברת מוסדות התכנון ממשרד הפנים למשרד האוצר לא תתרום מאומה לפיתרון. אדרבה, היא תזיק בכמה בחינות:
 - עלויות המעבר בהשקעת משאבים במאמץ, תשומת לב וכוחות אנוש, אינם שווים את התועלת. זאת, כפי שצויין לעיל, עלולה להיות אפסית או אפילו שלילית.

- העברת מוסדות התכנון למשרד האוצר תגביר את עוצמתו, הרבה מדי בלאו הכי. האדרת האוצר עלולה לגרום לכך ששיקולים כלכליים קצרי מועד יתגברו על שיקולים אחרים (חברתיים, סביבתיים וכלכליים ארוכי טווח) של קיימות, כפי שמזהירה האן במדור "משפט אחרון". הטיה זאת תתרום להחלטות מוטעות בתחום תכנון ופיתוח המרחב, כפי שקרה בתחומים אחרים עקב מעורבות יתרה של משרד האוצר.

- השתלטות שר האוצר על מוסדות התכנון תאפשר הפעלת מערכת התכנון ככלי ביישום מדיניותו המוצהרת להורדת מחירי הדיר: הגברת ההיצע של יחידות דיר ע"י הוספת שטחים זמינים לבנייה. אפשר ביצוע מדיניות מוטעית (כפי שהוסבר לעיל) תסיח את הממשלה מראיה נכונה של הבעיה וקידום מדיניות מועילה.

ומה היא המדיניות המומלצת לטיפול במשבר מחירי הדיר? הניתוח של פייטלסון מראה שהגורם שייצר את המשבר אינו חוסר היצע לספק את הביקושים לדיר, אלא עודף ביקוש לדיר כהשקעה. אם כן, הבעיה אינה זאת שהמדיניות שבתהליך אמורה לטפל בה – מיעוט ההיצע – אלא מורכבת יותר. זינוק מחירי הדיר משקף שתי בעיות שונות אך קשורות: אחת, השתוללות של שוק ספקולטיבי; השנייה, מחסור של דיר בר הישג יד.

מדיניות נכונה תתייחס לכ"א מבעיות אלו לחוד, כי פיתרון דורש פעולות אחרות וכלים שונים. דרך אגב, כל זה ללא מעורבות או הפעלה מיוחדת של מערכת התכנון להעצת תהליך הספקת הבניה. מדיניות לריסון השוק הספקולטיבי תפעיל מערכת כלים פיסקליים ידועים היטב, שכולם ברשות האוצר והרגולציה הפיסקאלית. הכבדת המסוי על עסקי נדל"ן ספקולטיביים (כמו מסי שבח דיפרנציאליים) וייקור האשראי להשקעות ספקולטיביות, כמו הגבלת הרבית והגבלת המשכנתאות, עשויות למתן את מגמת עליית מחירי הדיר בעשייתם ההשקעה בנדל"ן הרבה פחות אטרקטיבית.

גם המדיניות להגברת מלאי הדבה"י ידועה, ומבוצעת בחלקה (אך רק חלק קטן) בתכניות שבתהליך. למדיניות זאת שני סוגי כלים: מקלות וגזרים. במקלות הכוונה לכלים רגולטיביים: התניית מתן אישור תכנוני למיזם לבניית מגורים באיזורים מבוקשים בהכללת אחוז נקוב של דבה"י בתוך סה"כ יחידות הדיר המוצעות. כלי זה הופעל בהצלחה רבה במסגרת תכניות להספקת דבה"י בחו"ל, ואימוצו קודם לאחרונה בעירית תל-אביב. אך הפעלתו נחסמה ע"י אילוצים חוקיים, ובלחץ אינטרסים יזמיים (אשר כמו כן אינם ששים לקראת הפעלתו) חסר הרצון הפוליטי ליזום חקיקה מאפשרת.

הגור הוא סיבסוד עמוק של פרויקטים לבניית דבה"י או של מיזמים שמציעים לכלול שיעור נקוב של יחידות דבה"י בהיצע שלהם. הסיבסוד מיועד להבטיח את רווחיות הפרויקט ע"י כיסוי הפער בין ש"ד של יחידות הדבה"י ותשואתן לפי ערכן במחירי השוק. בארץ המדינה אינה מוכנה להשקיע במימון, אך כמה תכניות (כמו "מחיר למשכן") מתבססות על סיבסוד דרך הספקת קרקעות מדינה מוזלים. תכניות אלו צפויות להיכשל או ליצור תוספת זעומה למלאי הדבה"י בהשקעה רבה יחסית לכל יחידה, בגלל עיצוב לקוי של התכנית וחוסר נכונות להשקיע את המשאבים הדרושים. מאידך, תכנית ממשלתית לעידוד בניית דבה"י יכולה להצליח, אם היא מפעילה את הכלים שעומדים לרשותה בתכנון מושכל ובמינון נכון. תכנון מושכל יבטיח מיקוד הדבה"י

לטובת אוכלוסיית דייריו המיועדים ושמירתו במלאי יחידות הדבה"י בעתיד ; מינון נכון כרוך בנכונות להשקיע בסובסידיה משמעותית.

הממשלה יכולה בנקל להתמודד עם משבר מחירי הדיור בהפעלה מושכלת של הכלים הקיימים שברשותה, ללא כל צורך בהעברתם של מוסדות התכנון למשרד האוצר. העברה זאת אינה מעשה נבון, כי היא אינה צפויה להניב כל תועלת. שליטת האוצר על מערכת התכנון עלולה לגרום לנזק בדמות ואופן הפיתוח המרחב שלנו בטווח הארוך. יש לקוות שהממשלה תתעשת ותחזור בה ממעשיה שבתהליך, או שדעת ציבור נאור ובעלי השפעה נבונים יניעו את מערכת הפוליטית לעצור את המהלך ולהפוך אותו לפני שיהיה מאוחר מדי, או למעט את נזקיו, אם הוא ייעשה כבר בלתי-הפיך.

א. אלכסנדר





השנה האחרונה הייתה והינה עדין סוערת במיוחד בשדה התכנון. "משבר הדיוור" והדיונים שהתרחשו בעיקבותיו הן במישור הפוליטי, הן החברתי והן במישור הכלכלי, הובילו לשורת ההחלטות יוצאות דופן בחשיבותן ובהשפעתן. אנו עדים לשינויים מרחיקי לכת הן במבנה מערכת התכנון והן בגישה בכלל לנושאי התכנון, אשר להם השפעות משמעותיות וארוכות טווח על עיצוב פני המדינה והחברה בישראל. הקמת הותמ"לים כמסלול עוקף למערכת התכנון, העברת מינהל התכנון למשרד האוצר וקידום תוכניות הן ברמה הארצית והן ברמה המתארית והמפורטת תוך התעלמות מעקרונות תכנון שגובשו במהלך שנים רבות, משיגות את מערכת התכנון עשרות שנים אחורה ופוגעות בהישגי רבים של התכנון בעשורים האחרונים.

האיגוד לוקח חלק בדיונים על שינויים אלה ועל דרכי התמודדות אפשריות על תוצאות בלתי רצויות הצפויות בעקבותיהן במסגרת הפעילות בפורום לדמוקרטיה בתכנון ובמסלולי פעילות נוספים. אני רואה חשיבות בביטאון זה לחרוג מהדיווח הרגיל על פעילות האיגוד ולהתמקד בעיקר בעמדת האיגוד.

השינויים במערכת התכנון: חשיבות שמירת מערכת התכנון

ישראל יכולה להתגאות במסורת תכנון מפוארת המלווה את המדינה יותר מ-60 שנה. מערכת שבמרכזה עקרונות שקידמו שיקולים רחבים וקיבעו את איכות החיים כנושא מרכזי בתכנון.

כל זה מאזים כיום תחת כותרת של "משבר הדיוור". מהו למעשה משבר הדיוור? מערכת התכנון אישרה תוכניות המגלמות, באזור המרכז לבדו, אלפי יחידות דיור במרכזי הערים ובשטחים הגובלים בהן, ובנוסף תוכניות לאלפי יחידות דיור בבאר שבע ובמחוזות דרום, חיפה וצפון. אולם אלפי יחידות תקועות בגלל כשל בתקצוב ובביצוע תוכניות תשתית הכרחיות: כבישי גישה, מחלפים ופתרונות ביוב. ומיהו האחראי לתקצוב אם לא האוצר? אותו האוצר שפועל כעת לרכז תחת ידיו את כלל מערכת התכנון.

התכנון הוא דיסיפלינה מקצועית מחייבת. החלטות תכנוניות צריכות לשקף שיקולים רב-תחומיים (כלכלה, סביבה, חברה) שהתגבשו בעולם בעשרות השנים האחרונות. פעולה חפזה ולא מקצועית תהיה בכייה לדורות, כפי שכבר הוכח בתחילת שנות ה-90. משבר הדיוור מחייב טיפול, אך יש להיזהר מלחזור על שגיאות העבר. כדי למנוע זאת יש לשמור על איזונים ובלמים, שחשיבותם קריטית. בראש ובראשונה יש לשמור על איזונים בין רמות התכנון השונות. מהלכי הביזור אותם הוביל מינהל התכנון בשנים האחרונות, כמו גם הקמת מסלולים עוקפי תכנון, פוגעים ב"תמונה הכוללת" ובאיזון בין הכוחות המגוונים המייצגים, לעיתים, אינטרסים מנוגדים. לשם כך נדרשים ראיה ארוכת טווח, שקיפות ושיתוף קהלים רחבים. הכרעות אלה אינן

יכולות להיעשות במחשכים, תוך הכתבת פתרונות חלקיים או הכפפת התכנון לשיקולים קצרי טווח.

המצב שנוצר, בו מועברים מנהל התכנון, רמ"י ו-ועדות התכנון והשיכון לשליטת האוצר, יוצרת פירמידת שליטה רבת כוח: התכנון והרגולציה מוחזקים בכפיפה אחת עם הקצאת הקרקע, הקצאת תקציבי פיתוח ומימון ושליטה על הביצוע. היכן הפרדת הרשויות ושמירת האיזונים? פירמידה זו, בהיותה נתונה לשליטת קבינט הדיור והשר העומד בראשו, מבטלת את כל מערכת האיזונים והבלמים, ומכפיפה את תהליך קבלת ההחלטות לשליטה בלעדית של האוצר, אותו אוצר שחלקו משמעותי בכשלים החוזרים של אי תקצוב ראוי, אי עמידה בלוח זמנים ותקיעת אלפי יחידות דיור ללא יכולת מימוש. השיקול הכלכלי לטווח הקצר וחוסר הראייה הכוללת עלולים להקרין על כל תהליך קבלת ההחלטות כאשר אותו האוצר ישלוט על כל תהליכי התכנון, שווק הקרקע והסכמי הפיתוח.

איגוד המתכננים, המייצג את האינטרס הציבורי הרחב והתכנון הכולל, קורא לנקוט בצעדים הבאים להבטיח את עצמאות ומקצועיות מערכת התכנון, בה תלוי עתיד כולנו:

- היוזמה להוצאת מינהל התכנון ממשד הפנים צריכה לכלול מהלך סדור להקמת רשות תכנון חזקה, מקצועית ואוטונומית בתפקודה, שתוכל לשמור על מעמדו המקצועי והעצמאי של התכנון בכל מבנה ארגוני ומשרד ממשלתי אליו יסופח. כל פתרון אחר יצור כאוס שיחליש את המערכת המקצועית ויפגע בתכנון ובהשגת המטרות הלאומיות. חשוב שמינוי ראש הרשות יהיה בהליך מבוקר, גלוי וענייני, שיבטיח את יכולתו להציג עמדה מקצועית עצמאית.
- תהליך קבלת החלטות מקצועי, שקוף וללא מסלולים עוקפים הינו קריטי לשמירת איכות ההחלטות והתיאום בין גורמי התכנון והאינטרסים השונים.
- שמירת וחיזוק העצמאות המקצועית של נציגי משרדי ממשלה בועדות התכנון ויכולתם להצביע בהתאם לעמדתם המקצועית, תוך מחויבות למשרד אותו הם מייצגים, אך ללא הכתבה פוליטית.
- שמיעת הקול הבלתי תלוי של ארגוני המתכננים והאדריכלים חיונית לשמירת איזון המערכת. המצב הנוכחי בו "הכסא" המיועד לנציג הבלתי תלוי של איגודים אלו בועדות התכנון נותר בלתי מאויש מזה שנים פוגע פגיעה קשה באיזונים אלו ובייצוג האינטרס הציבורי.

עדנה לרמן, אדריכלית
יו"ר איגוד המתכננים



תחקירים ומאמרים: שיטות, תכניות ופרויקטים

סמל למקצוע התכנון¹

מאת הרווי מ. ג'ייקובס²

מרצה לתכנון ביקש מתלמידיו להציע חיות המתאימות לשמש סמל עבור מקצוע התכנון. הם העלו הצעות מבדרות ומאלפות כאחד.

לפני שנים רבות פרסם כתב העת *Planning* ידיעה ולפיה ועדת התכנון של העיר אן-ארבור שבמדינת מישגן, ארה"ב, בחרה בבעל חיים שישמש סמל רשמי למחלקת התכנון. הוועדה בחרה בפינגווין. בנוסח ההחלטה צויין שהפינגווין "עוף מוזר... הוא מעוצב להפליא וחזותו מלבבת [אך] הוא חסר מעוף... הוא בעל עמידה מהודרת, אך נתקף רגליים קרות בכל עת שהחלטה ניצבת לפניו, ובוחר להצטופף יחד עם קהל רב... [זאת ועוד] לפינגווין אין אלא חברים מועטים מחוץ למעגל של בני מינו". אחד מחברי הוועדה הביע הסתייגות עוקצנית משהו בנוגע לבחירה. הוא ביקש לדעת באיזה מארבעת מיני הפינגווינים מדובר – פינגווין מלכותי, פינגווין קיסרי, פינגווין אדלי או שמא בפינגווין חמורי.

סיפור זה – אשר מופיע גם בספר "מתכננים ופוליטיקה מקומית" של אנתוני קטנזה (1974) ואשר מדגים לעילא ולעילא את היחס הדו-ערכי של מתכננים רבים כלפי מקצועם – כה שבה את לבי שהחלטתי להשתמש בו במסגרת שאלת בונוס בבחינה המסכמת בקורס "מבוא לתכנון" אותו לימדתי. ביקשתי מהסטודנטים שיציעו חיה שתתאים לשמש כסמל עבור מקצוע התכנון. באמצעות שאלה זו קיוויתי להקל את הלחץ שתמיד חשים הניגשים לבחינה ויחד עם זאת לאפשר להם להתייחס באופן יצירתי לנושא שנחשב בקרב רבים מהסטודנטים כתחילתה של פעילות מקצועית רבת שנים.

במשך השנים זכיתי לקבל תשובות מאלפות והן סייעו בידי להבין טוב יותר תכנון ומתכננים, את ההוראה שלי עצמי, ואת האופן בו נתפש מקצוע התכנון בעיני הסטודנטים. זאת ועוד, ואין זה עניין של מה בכך, התשובות סיפקו לי אתנחתא קומית במהלך הימים הטרופים והקדחתניים של בחינות ובדיקתן. להלן מספר דוגמאות לתשובות שקיבלתי:

"הארנבת יכולה להיות סמל טוב. היא מקפצת במענה לכל בקשה מצד פוליטיקאי. לרוע המזל, למרות שלארנבת אויבים רבים, אין כל חיה המשמשת לה טרף."

"הבואש. נאמן לבני מינו."

"העיט. מרקיע לשחקים בתעוזה ועם סגנון."

"הינשוף. יושב לו בדד גבוה בינות לענפי העצים, וכל העת סוקר את הנוף וקולט ומפנים את סביבתו."

"סרטן נזיר. מתכנס בקונכיות של יצורים אחרים."

"הזיקית. משנה את צבעה בלי להניד עפעף. לו הייתה מתכננת, ניתן היה לומר עליה שהיא מחליפה צבעה לירוק כדי לייצג פיתוח לפי הצורך (אישור לכלכלה לשעוט קדימה בכל המרץ); לצהוב כדי לציין את הזהירות שביישומו של תכנון מקיף; ולאדום כאשר קיצוצי תקציב מונעים איזון בהכנסות.

"השפמנון. דג זה הוא אוכל נבלות ושיירים קלאסי. הוא מוסיף להתקיים רק כל עוד שורדים שאר שכניו לאקווריום. באותו אופן מחויב המתכנן לשימור הסטטוס-קו."

"הנמלה. בעלת מודעות חברתית אך אינה יודעת מיהם מנהיגיה. היא עמלה כל חייה על מנת להוסיף ולהגביה את הקן שהוא ביתה, אבל כל משב רוח קליל או אפילו צעד דורסני לא מכוון עלולים להרוס אותו. הנמלים (וכך גם המתכננים) עובדות יומם וליל כדי לבנות מחדש את הקן אך אינן זוכות בכל תמורה בעד מאמציהן."

"הזבוב. נחשב למטרד בעיני רבים, וחיי קצרים."

"העכביש. בעל חזות לא נעימה במיוחד, אך תכליתו היא יצירת דבר מה יפה ושימושי. הוא מייצג את המתכנן הכוללני: שער, ואפילו מכוער, אבל קל תנועה ואומן בדרכו הוא."

"הברווזן. יונק בעל מקור? אכן יצור מוזר ביותר. היה סביר יותר אילו היה נכחד, אך הוא מוסיף לחיות ולשגשג."

האם גם לכם הצעות טובות? שילחו אותן לעורכי כתב העת *Planning* שהבטיחו לפרסמן במסגרת מכתבים למערכת.

הערות

1. ד"ר רחל וילקנסקי הציעה כתבה זאת למערכת בחשבה שהיא עוד אקטואלית, משעשעת ומעניינת לקוראי תכנון.

המקור:

H.M.Jacobs (1984) A Mascot for the Profession. *Planning* 50 (12): 18.

תרגום המאמר: שולי שניידרמן.

הקוראים מוזמנים לשלוח למערכת את הצעותיהם של בעל חיים שמסמל את מקצוע התכנון בישראל דהיום, עם הנמקת בחירתם, לפרסום בחוברת עתידה של תכנון.

2. הרווי מ. ג'ייקובס פרופסור אמריטוס במחלקה לתכנון עירוני ואזורי וללימודי הסביבה באוניברסיטת וויסקונסין, מדיסון, ארה"ב.



מדור מיוחד

ביג דאטה בתכנון העירוני

הקדמה:

נתונים גדולים עבור אתגרים עירוניים גדולים

דניאל פלזנשטיין

הופעתו של הביג דאטה* מחולל מהפכה שקטה בכל הקשור לניתוח תהליכים עירוניים ולניהול המערכת העירונית. גם אם נשלול את כלל הסופרלטיביים המתבטאים סביב 'העיר הדיגיטלית' ו'העיר ה'מקושרת' (wired city), לא ניתן להתכחש לעובדה שביג דאטה מציע הזדמנויות רבות להבנה חדשה של הצמיחה הדינמית של ערים. בו בזמן, ערי העולם ניצבות בפני משברים כלכליים, חברתיים וסביבתיים המאיימים על המשך פיתוחן וצמיחתן. בשלב זה, לא ברור עד כמה ביג דאטה מסוגל לתרום לתיאוריה ולשיטות ניתוח חדשות האמורות להתמודד עם איומים אלה. ברם, אין עוררין שלביג דאטה פוטנציאל רב שעדיין לא מומש.

אוסף מחקרים זה נמנע במכוון מלהכתיב הגדרה קשוחה למונח 'ביג דאטה'. במקום זה, מאומצת גישה כוללת הרואה בנתונים בהיקפים גדולים הבאים ממקורות בלתי קונבנציונליים והמסופקים באופן דינמי ולפעמים בזמן אמיתי, כמאפיינים בולטים של הביג דאטה. חומר הגלם של הביג דאטה מגיע לעיתים קרובות בצורה בלתי מבוקרת ובמבנה לא מתאים לניתוח ססטמטי. בנוסף הוא לא בהכרח מגיע כמידע מרחבי. מידע המגיע בצורת עסקאות אשראי, דווחי צריכת אנרגיה או הערות ברשתות החברתיות אינו 'מיוצר' כמידע מרחבי. אולם ברוב המקרים ניתן לעגן אותו מרחבית. לכן הוא הופך להיות מידע בעל זיקה עירונית אינהרנטית.

מקורות רבים מספקים ביג דאטה וכולם מקבלים ביטוי בקובץ הנוכחי. ראשית גופים מוסדיים ציבוריים ופרטיים כגון רשויות ממשלתיות ועירוניות, ספקי שירותים ותשתית הולכות ומשחררות מידע לציבור כחלק ממגמה של 'ממשל פתוח' (Artibas-Bel 2014) (open government). ביג דאטה זה הינו בעל מבנה פנימי ואיכות מבוקרת (structured) המאפשר תשאול וניתוח. הוא

* בהעדר מונח מקביל בעברית המתקבל על הדעת, נשתמש בביטוי 'ביג דאטה' לאורך מדור זה

מיוצר מלכתחילה למטרה זו וכולל סדרות נתונים רבות העוסקות בתחבורה, איכות חיים, צריכה פרטית, חינוך, דיור, פשע וכד'. ניתן לקשר בין הסדרות ולאפשר יצירת קבצי מידע גדולים. למשל, הצלבת מידע מכרטיסי תחבורה חכמים (כרטיסי רב-קו למיניהם) עם מידע אודות צריכת מים ביתית עשויה לאפשר בחירת מועד מתאים להחלפת צנרת עירונית.

מקור שני הוא מידע שמקורו בציבור. מידע זה נוצר באקראי על ידי פעולות שוטפת וסטנדרטיות הנרשמות ברשתות מחשבים. מידע זה הוא ההיפך מהמידע המוסדי. הוא מגיע בחיקפים גדולים, במהירות רבה, בתצורות שונות ובמבנה שהוא לגמרי unstructured. המידע לא נוצר מלכתחילה למטרות אנאליטיות ודורש לא מעט ניפוי על מנת להתאימו לניתוח העירוני. בראש וראשונה מדובר במידע שמקורו ברשתות חברתיות כגון Twitter, Foursquare, Instagram ובמידע שמסופק על ידי הציבור באופן התנדבותי ובצורה בלתי מתוכננת (VGI - Volunteered Geographic Information). המידע הזה מאפשר למתכנן לתקשר באופן ישיר עם הציבור ולחולל שינויים בתכנון, שירות ורגולציה באמצעות אפיק שלא היה קיים בעבר (Schweitzer 2014). הקישור בינו לבין הביג דאטה המוסדי, למשל באמצעות ציורים מעוגנים מרחבית, מהווה הזדמנות להבנת התנהגות הפרט בסביבה העירונית. חשוב גם לציין כי שימוש צולב כזה מהווה גם מקור לדאגה בסוגיות אתיות כגון שאלות של ציננת הפרט ושימוש שרלטני במאגרי מידע שלא ייעודו לתשואל בעת הקמתם (Kitchin 2013).

בין שני קצוות-מידע אלה קיים מקור נוסף והוא הביג דאטה הנובע מפעילות ניטור ודיווח של מכשירי מעקב נייחים וניידים. מכשירים סטטיים כגון ציוד לחישה מרחוק (לוויינים) או לחישה מקרוב (חיישנים) מספקים כמויות רבות של מידע אמין בתדירות גבוהה וברזולוציות מרחביות שונות. לרוב מידע זה קשור לניהול ותפעול מערכות עירוניות בתחומי הסביבה, תחבורה, תחזוקת מבנים, בטחון הציבור ואספקת מים ואנרגיה. מכשירים ניידים כגון מערכות האיכון וה-GPS שבטלפונים החכמים מאפשרים כור נרחב של אפשרויות ליצירת ביג דאטה ברזולוציה עיתית ומרחבית גבוהה. בזמן האחרון ההתפתחויות בתחום ה-Internet of Things פועלות להפוך מכשירים נייחים למכשירים ניידים.

קיומו של ביג דאטה מעלה מספר סוגיות חשובות בלב ליבה של המחקר העירוני-תכנוני:

התפתחות התיאוריה העירונית: האם יש בכוחו של הביג דאטה להניע תיאוריה עירונית חדשה? האם הוא מסוגל להניב תובנות חדשות ביחס לתהליכי צמיחה עירוניים? מחד גיסא, ביג דאטה מספק כמויות גדולות של מידע פרטני לטווח הקצר ולכן מאלץ הסתכלות מצומצמת וקצרת-טווח על ההתפתחות העירונית (Batty 2013a). מאידך גיסא, תיאוריה עירונית עוסקת בשינוי לטווח הארוך. שינוי זה קשור בתהליכי עומק כגון תמורות דמוגרפיות ושינויים בדפוסי צריכה שמחוללים העדפות חדשות למגורים ולצורת עבודה. על מנת להתמודד עם פער זה מתפתח ענף ידע חדש בשם 'מדעי העיר' (Urban Science) או 'אינפורמטיקה עירונית' (Urban Informatics). תחום זה מחבר בין לימודי מערכות מורכבות, מדעי המחשב ותכנון עירוני (Batty 2013b).

מדידה ומתודולוגיה: מהי השפעתה של ביג דאטה על שיטות העבודה במחקר העירוני? אין זו הגזמה לומר שביג דאטה הופך אל ההסקה הסטטיסטית על

ראשה. בדיקות של סיבתיים ואנדוגניות בין משתנים ומניעת הטיות בבחירה הופכות לבלתי-רלוונטיות מול מאגרי מידע ענקיים כאשר כל מה שנדרש הוא קשר מתאמי בין משתנים. בעיה נוספת היא שבמהותו ביג דאטה הינו 'דאטה שמן' (fat data): יש בו הרבה יותר משתנים מסבירים מאשר תצפיות. לעומת זאת, מידע סטנדרטי הינו 'דאטה גבוה' (tall data) שבו יש יותר תצפיות מאשר משתנים מסבירים. לכן בביג דאטה יש יותר מידי משתנים מנבאים מהנדרש דבר המביא להתאמת יתר' של מודלים סטטיסטיים. בעיה זו מעלה את הצורך בפיתוחם של כלי סלקציה מבוססי למידה חישובית (machine learning) וגם בשיטות סטטיסטיות המסוגלות לבצע אמידה בתנאים אלה, כגון שיטת ה-LASSO: least absolute shrinkage and selection operator (Varian 2014).

ניהול והנגשה של ביג דאטה: איך ניתן לארוז את כמות המידע שמספק ביג דאטה ולהנגיש אותו בצורה ידידותית לציבור? המורכבות והנפחים של המידע העומד לרשות המנתח דורשים כישורים מגוונים. מיומנויות אלו כוללות יכולות בתחומי כריית מידע, שימוש במודלים שונים (סימולטיביים, חישוביים) חיבורי מקורות מידע (data fusion) וכלים לשליפה ולוויזואליזציה. אדם אחד או יישום בודד אינם מסוגלים לכך, בדרך כלל. דרך אחת בעלת פוטנציאל להתמודד עם אתגרים אלה היא באמצעות הנגשת המידע לציבור ולקהילה המקצועית באמצעות מיפוי אינטרנטי דינמי (Lichter, Grinberger and Felsenstein 2015).

הטמעת ביג דאטה בפרקטיקה התכנונית: איך ניתן להטמיע את השימוש בביג דאטה במערכות התכנון? לשאלה זו יש לכאורה שני כיווני פעולה המשרתים את התכנון. אחד הוא הטמעת השימוש בביג דאטה בכלים הייעודיים לקבלת החלטות (planning support systems). דרך זו עשויה לחבר את הביג דאטה לפרקטיקה התכנונית בצד של התפוקות התכנוניות (Russo et al 2015). אופציה אחרת היא הגברת ההשתתפות האזרחית בהליך התכנוני באמצעות עידוד ה-VGI המסופק על ידי הציבור (Evans-Cowley 2010 and Hollander 2010). דרך זו מקשרת את הביג דאטה לתשומות התכנוניות. עם זאת, שני הכיוונים האלה אינם תלויי-ביג דאטה: מערכות קבלת החלטות והשתתפות הציבור קיימות גם ללא ביג דאטה. ייתכן שמסלול שלישי עובר דרך ההכשרה של המתכנן. איש המקצוע חשוף היום למערכות מיחשוב ורישיות גדולות ויש לו נגישות למידע בכמויות שלא היו בעבר. ברם, הוא נזקק לכלים אופרטיביים על מנת לנצל הזדמנויות אלו. הכלים המשלימים קיימים בתחומי הויזואליזציה וכריית המידע. בלעדיהם, האפשרויות הנפתחות על ידי מהפכת הביג דאטה, עלולות להישאר כאבן שאין לה הופכים בפרקטיקה התכנונית.

מטרת מדור זה הינה להציג דוגמאות של מחקרים יישומיים שהמכנה המשותף שלהם הוא השימוש בביג דאטה בהקשר העירוני-תכנוני. מפאת חדשנות התחום, קיים חוסר בחומרים בעברית בנושא הביג דאטה בכלל ובתחום העירוני בפרט. מתוך כלל המאמרים, שניים מהם דנים בביג דאטה שמקורו בגופים מוסדיים, שניים עוסקים בביג דאטה הנובע מאיתותי איכון שבטלפונים חכמים ומאמר אחד מדגים את הפקת ביג דאטה מציודי טוויטר. מטבע הדברים התעניינות החוקרים מתרכזת באותם תחומים ראשיים

שבהם הביג דאטה הוא הזמין ביותר: תחבורה, פיתוח עירוני, מוביליות הפרט וניהול מצבי חירום.

עבודתם של שובל וברנבוים מתמקדת בדרכים לרתום את שיטות איתור לתכנון העירוני. מאמרם דן בשיטות השונות לחלוץ נתוני מיקום וזמן מדויקים מטלפונים ניידים. הם מונים את היתרונות של שיטה זו על פני מקורות מידע אחרים מבוססי-מקום כגון מידע הנובע מרשתות חברתיות או VGI. ביניהם ניתן לציין את היכולת לאסוף נתונים רבים בזמן קצר, לבצע ניתוחים חוזרים בתדירות גבוהה ולהפיק מידע ברזולוציה עיתית ומרחבית גבוהה. בתחום התכנון העירוני יתרונות אלה מתבטאים במיפוי מדויק על בסיס מידע מעודכן יותר ממה שנהוג היה בעבר, חיזוק טכנולוגי של שיתוף הציבור בתכנון והערכה טובה יותר של תוצאות התכנון לאחר מעשה.

בן אליה, בנסון ורופא משתמשים בטכנולוגיות ביג דאטה ובנתוני מ"ג עירוניים על מנת לבחון את השפעת הרפורמה בתחבורה ציבורית של שנת 2011, על הנגישות של קבוצות אוכלוסיה שונות בעיר תל-אביב-יפו. הם נעזרים ביישום מבוסס-גרף (CTgraph) המאפשר חישובי נגישות ברמה של הבניין הבודד ובכל שעות היום. זאת בניגוד לקנה מידה המקובל במחקרי נגישות הנשען על יחידות מרחביות גסות כגון שכונות או אזורי תנועה ועל יחידות הזמן אגרגטיביות של בוקר וערב. במצב כזה, ברור כי השונות הפנים-יחידתית 'מגוהצת' על ידי הניתוח המצרפי. הממצאים מראים כי הרפורמה תורמת לכלל הנגישות בעיר אבל יוצרת דיפרנציאציה בלתי-שוויונית בין חלקי אוכלוסיה. הם מוצאים שרוב התועלת מהרפורמה נמדדת באותם אזורים בעיר שנהנו מנגישות גבוהה גם קודם לכן.

יצירת ביג דאטה 'סינתטי' למטרות תכנוניות מהווה את המוקד של עבודתם של גרינברגר, לייכטר ופלזנשטיין. הם מדגימים כיצד ניתן ליצור מידע זה מנתונים מוסדיים רגילים (כגון סקרים של הלמ"ס) וכיצד ניתן להשתמש בו לצורך תכנון התאוששות בעקבות אסון עירוני. העבודה נעזרת באלגוריתם ייעודי שמקצה מידע מרחבי הנאסף ברמה של אזורים סטטיסטיים, למבנים. מידע זה משולב במודל מבוסס-סוכנים בכדי לייצר דינמיקות עירוניות בזמן ובמרחב. תהליך פירוק המידע כולל מעבר ממסד נתונים המתאר מאות או אלפי יחידות מרחביות בלבד, למאגר המכיל מידע עיתי ומרחבי על מליוני מבנים ופרטים. הנתונים שנוצרים מאפשרים לאכלס שכבות שונות של מידע מרחבי עם תכונות סינתטיות. לדוגמה, נערכת סימולציה של רעידת אדמה היפותטית במרכז ירושלים. הממצאים מתייחסים הן להשפעות ארוכות טווח על שימושי קרקע והמורפולוגיה העירונית והן להשפעות לטווח הקצר על הסגרציה בין אוכלוסיות ועל הפגיעות של ציבורים שונים. התוצאות מונגשות לציבור באמצעות פיתוח מערכת של מיפוי דינמי מבוסס-אינטרנט.

מאמרם של גל-צור, קופליק, מינקוב, שור, גרנט-מולר ונוצ'רה מתמודד עם השאלה, האם ניתן להפיק מידע תחבורתי משמעותי ממדיה חברתית? המחברים סוקרים את מגוון המקורות של המדיה החברתית ואת המאפיינים הרלוונטים הגלומים במידע זה, לתכנון תחבורה ולניהול תנועה. הם מזהים שלושה סוגי תוכן במדיה החברתית היכולים לשמש כתשומות למידע תחבורתי: מידע המתייחס לכוונה של הפרט לבצע נסיעה, זיהויים של אירועים חריגים המתרחשים ברשת התחבורה והבעת עמדה ע"י הפרט ביחס לאיכות שירותי תחבורה. העבודה מביאה דוגמה להפקת מידע תחבורתי מציורים של

נוסעים למשחקי כדורגל של קבוצת ליורפול באנגליה. היא מתארת של שלבי התהליך של כריית המלל (text mining) ומחשבת את מדדי ההצלחה ביחס למידע התחבורתי שהופק. מסקנות המחקר מצביעות על היכולת לדלות מידע משמעותי ממקורות של ביג דאטה שאינם מיועדים לכך אבל גם מצביעות על המאמצים הכרוכים בכך.

המחקר של אשבל, צ'רני ורזין מתמקד במקור נוסף של ביג דאטה: השימוש בנתוני טלפונים סלולריים. הוא מנתח את כמות העובדים במע"ר של תל-אביב ומקומות מגוריהם. הביג דאטה מופק מאיתותים סלולריים לחודש ייצוגי (יוני 2013). מידע זה מותאם חזק עם נתוני מפקד האוכלוסין 2008. הנתונים הסלולריים גם מצביעים על הדומיננטיות התעסוקתית של המע"ר וקיומם של שוקי עבודה מרחביים מצומצמים. הרלווציה העתית של המידע גם מאפשרת ניתוח של כניסות ויציאות למע"ר לאורך כל שעות היממה, דבר שמקל על זיהויים של שעות עומס. מידע זה מאשש ידע אינטואיטיבי ביחס לתפקוד המע"ר בשעות הלחץ. העבודה מדגימה את הפוטנציאל הגלום בהצלבת ביג דאטה עם מידע עיתי נוסף בתחום התחבורה, כגון שעות יציאה מערי הלוויין לכוון המע"ר וההשלכות של זרמי תנועה עתידיים על דפוסי עומס המתהווים במע"ר.

מקורות

- Arribas-Bel D (2014) Accidental, Open and Everywhere: Emerging Data Sources for the Understanding of Cities, *Applied Geography* 49, 45-53.
- Batty M (2013a) Big data, Smart Cities and City Planning, *Dialogues in Human Geography*, 3 (3), 274-279.
- Batty M (2013b) *The New Science of Cities*, MIT Press. Cambridge MA
- Evans-Cowley, J., & Hollander, J. (2010). The New Generation of Public Participation: Internet-based Participation Tools. *Planning Practice and Research*, 25(3), 397-408.
- Kitchin R (2013) Big data and Human Geography: Opportunities, Challenges and Risks *Dialogues in Human Geography* 3 (3), 262-267
- Lichter M, Grinberger Y and Felsenstein D (2015) Simulating and Communicating Outcomes in Disaster Management Situations, *International Journal of Geographic Information*, 4, 1827-1847.
- Russo P, Costabile M.F., Lanzilotti R and Pettit C.J. (2015) Usability of Planning Support Systems: An Evaluation framework, pp 337-353 in S. Geertman, J. Stillwell, J. Ferreira, & R. Goodspeed (eds.) *Planning Support Systems and Smart Cities*, Springer International Publishing, Switzerland.
- Schweitzer L. (2014) Planning and Social Media: A Case Study of Public Transit and Stigma on Twitter, *Journal of the American Planning Association*, 80 (3), 218-238.
- Varian H. R (2014) Big Data: New Tricks for Econometrics, *Journal of Economic Perspectives*, 28 (2), 3-28.

שימוש בשיטות איתור בתכנון עירוני

נעם שובל ועמית בירנבוים

תקציר

מאמר זה מציג את הגידול המהיר שהתרחש בשימוש בשיטות איתור מתקדמות כדוגמת מערכת האיכון העולמית (GPS) ואיכון מכשירי טלפון נייד לצרכי מחקר אקדמי ויישומי בעשור האחרון עם דגש על תחום הגיאוגרפיה והתכנון העירוני. שיטות האיתור מספקות לחוקרים נתוני זמן-מרחב ברזולוציה ובכמות כמות לא הכרנו בעבר, ובכך הן פותחות אפשרויות מחקר חדשות ומרתקות שיכולות לסייע למתכנני ערים, מתכנני תחבורה וקובעי מדיניות שונים. המאמר מציג בקצרה את שיטות האיתור הזמינות כיום ודן ביתרונות הגלומים באימוץ נתוני מיקום מדויקים ממקורות שונים. אחת ההבטחות הגדולות ביותר, שכלל הנראה יקדמו את התחום עוד יותר, היא החדירה המהירה של טלפונים חכמים (smartphones) לה אנו עדים בשנים האחרונות. אלו מספקים לנו מקור בלתי נדלה של מידע מרחבי ותוכני אשר יכול להשפיע פעם נוספת על האופן שבו אנו אוספים נתונים לגבי ההתנהגות של אנשים במרחב ועל האופן בו אנו מתכננים.

מבוא

עד לפני שנים לא רבות, השיטה המקובלת במדעי החברה בכלל ובגאוגרפיה בפרט לאיסוף נתונים ביחס לפעילות של אנשים בזמן ובמרחב הייתה שיטת "יומן פעילות זמן-מרחב". משתתפים במחקרים אלה נתבקשו למלא באופן שיטתי תאור אודות המיקום, המשך והמהות של פעילותם במקומות ובזמנים שונים. ההשתתפות במחקרים אלו הייתה למשך תקופת זמן מוגדרת מראש שנמשכה בדרך כלל מספר שעות או ימים ולעיתים אף שבועות (Anderson 1971). למרות שחוקרים רבים עשו שימוש ביומני פעילות (Goodchild and Janelle 1984) הרי שלשיטה זו מספר חסרונות מובנים כשהבולט מביניהם הוא הצורך בהשתתפות פעילה של הנחקרים לאורך כל תקופת המחקר (Thornton, Williams, and Shaw 1997). מכיוון שפעמים רבות נחקרים אינם ממלאים את המידע ביחס לפעילותם בצורה מהימנה ומלאה, אם כתוצאה משכחה או מחוסר מוטיבציה, הרי שאמינותם של הנתונים שנאספים היא פעמים רבות נמוכה. בנוסף, המאמץ הכרוך באיסוף הנתונים הגביל את גודלם של המדגמים שנאספו באמצעות יומני פעילות.

בעשור האחרון היינו עדים לקפיצת דרך ביכולת של חוקרים וביכולתו של הציבור הרחב לאסוף ולעשות שימוש בנתונים אודות פעילות בזמן ובמרחב

של אנשים, מכוניות וגופים אחרים (Goodchild 2007). התקדמות זו באה עם התפתחותן של טכנולוגיות מרחביות כגון מערכות מידע גיאוגרפיות (ממ"ג) וחישה מרחוק ובמקביל לגידול העקבי בשימוש בפלטפורמות אינטרנטיות המאפשרות הצגה ושיתוף של מידע גיאוגרפי ומרחבי בצורה ידידותית למשתמש. ההתפתחות של מגוון שיטות איתור ובראש ובראשונה מערכת האיכון הגלובלית, GPS (Richardson et al. 2013) והופעתם בשנים האחרונות של טלפונים חכמים (סמארטפונים) מהווים ככל הנראה את השינוי המשמעותי ביותר בתחום איסוף הנתונים לגבי פעילות מרחבית של אנשים (Birenboim and Shoval, 2015). יישום של שיטות איתור לצורכי מחקר, במהלך ההתפתחות המהירה של התחום בעשור האחרון, כולל תחומים רבים ומגוונים כגון תחבורה (Wolf et al. 2001; Bohte and Maat 2009), בריאות וסביבה (Phillips et al. 2001; Elgethun et al. 2003), בתחומים רפואיים שונים (Miskelly 2004; Terrier and Schutz, 2005; Shoval et al., 2008; Barzilay et al., 2011), מחקרים בתחום התיירות (Shoval and Isaacson, 2010) ואף מחקרים בתחום העירוני (Silm and Ahas, 2014).

מחקר שפורסם לאחרונה (Shoval et al. 2014) הראה שהתחום המוביל בפרסום מחקרים המיישמים שיטות איתור למחקר הוא תחום התחבורה (32.5%). אחת הסיבות המרכזיות לכך היא שקל יחסית להתקין מערכת איכון למכונית בה יש מקור כוח חשמלי קבוע. בנוסף, מכיוון שהנוטן (GPS) מקובע ברכב, הנחקר לא צריך לזכור לקחת עימו את המכשיר. לאור יתרונות טכניים אלה ובעקבות הצורך הברור בנתוני תנועה מדויקים עבור תכנון תחבורה, תחום זה היה בין החלוצים ביישום שיטות איתור למדידת הפעילות בזמן ובמרחב של כלי רכב. יש לציין שגם היישומים המסחריים המוצלחים ביותר עד כה היו בתחום התחבורה. לדוגמה, חברת Waze הישראלית, שנרכשה על ידי חברת Google לפני זמן לא רב, אוספת נתונים אודות המיקום של המשתמשים השונים על גבי רשת הכבישים בכדי להציע לכל נהג את המסלול האופטימאלי עבורו. תחום מחקר חשוב נוסף בו נעשה שימוש בשיטות איתור הוא תחום הבריאות והרפואה שכולל כרבע מכלל המחקרים שפורסמו בכתבי עת שפיטים בנושא יישום שיטות איתור למחקר (Shoval et al. 2014), לעומת זאת, התחום של גאוגרפיה (ובמסגרתו גם תחום תכנון הערים) כלל קצת פחות משלושה עשר אחוזים מכלל המחקרים שעשו שימוש בנתוני GPS. נתון זה מפתיע לאור העבודה שגאוגרפים היו בין החלוצים בפיתוח וביישום התחומים של חישה מרחוק ומערכות מידע גאוגרפיות למחקר, לכן היה ניתן לצפות שגם הם יהיו מהמובילים ביישום שיטות איתור למחקר. בפועל, לא כך הדבר.

לאחרונה אנו נמצאים ככל הנראה בפתחו של שלב נוסף בעקבות הפיתוח והתפוצה הנרחבת של "טלפונים חכמים" (Smartphones) המשלבים בתוכם מספר שיטות איתור במכשיר אחד וכן יכולות של העברת נתונים בזמן אמת. יכולות אלה יוצרות אפשרויות מרחיקות לכת גם למחקר כפי שיוצג בהמשכו של מאמר זה. במקביל, בשל ההתקדמות המרשימה בתחום יכולות המחשוב ובתחום מערכות המידע הגאוגרפיות, גדלה היכולת לנתח את מסדי הנתונים הגדולים בעלי מרכיב עיתי ומרחבי הנוצרים בעקבות השימוש בשיטות איתור. היכולת לאסוף ולנתח נתוני זמן-מרחב בעלי רזולוציה גבוהה במשך זמן ארוך, מאפשרת פיתוח של אפיקים חדשים של מחקר גאוגרפי ועירוני

חדש וגייבוס של שאלות מחקר שלא ניתן היה לענות עליהן קודם לכן (Shen et al., 2013).

שיטות איתור עיקריות הזמינות ליישום למחקר בתחום הגאוגרפיה העירונית

- מערכת האיכון הגלובלית (GPS)

הפיתוח של מערכות איכון גלובליות (GPS) החל במקביל בארה"ב וברוסיה באמצע שנות השבעים כחלק ממרוץ החימוש שנערך בזמן המלחמה הקרה במטרה ליצור מערכת שתסייע באיכון מיקומן של צוללות הנושאות טילי שיט גרעיניים. בשנת 1994 המערכת האמריקנית הפכה למבצעת. בשנים האחרונות גם הסינים החלו בפיתוח מערכת איכון דומה במסגרת הפיכתה של סין למעצמה צבאית עולמית. מה שמאפיין את המערכת האמריקנית ששמה הרשמי הוא *NAVSTAR: Navigation System with Timing and Ranging*, היא העובדה שיש לה בנוסף לערוץ הצבאי, גם ערוץ אזרחי אשר נפתח לשימוש אזרחי – פרטי ומסחרי חופשי ובחנים משנת 2000 (Kaplan, 1996). בתחילה מכשירי ה-GPS היו גדולים יחסית ויקרים, אולם לפני כשמונה שנים החלו להופיע מכשירי GPS קטנים, זולים ובעלי יכולות משופרות לאיסוף נתונים מתמשך ללא צורך בטעינה יומיומית. בערך באותה תקופה החלו להופיע יותר מכשירים סלולאריים ניידים הכוללים גם מרכיב של GPS וכיום מרבית הטלפונים הניידים היוצאים לשוק הם בעלי רכיב של ניווט לוויני.

GPS היא מערכת שידור חד כיוונית. לוויינים הסובבים את כדור הארץ משדרים אות רדיו הנקלט על ידי מקלט GPS (Zhao, 1997), המכשיר צריך להיות בעל יכולת לאגור את הנתונים אשר לאחר מכן יורדו מכרטיס הזכרון או ישודרו באמצעות רשתות ופרוטוקולי תקשורת שונים למאגר מידע מרכזי כלשהו. הדיוק של מערכת האיכון הגלובלית (GPS) הוא בעל שונות רבה והוא תלוי בשורה של גורמים, כגון אופי המרחב (שטח פתוח לעומת שטח בנוי צפוף בו יש מבנים החוסמים את הגעת האות), תנאי מזג אוויר, שעת היום וגורמים נוספים הקשורים ללוויינים ולמערכת שידור האותות. אולם באופן כללי מכשיר GPS רגיל מצליח לתת מיקום עם סטייה ממוצעת של 3 עד 5 מטרים תחת תנאים אופטימאליים (Shoval and Isaacson 2006).

- איכון של טלפונים ניידים באמצעות הרשת הסלולרית

מיקום הטלפון על סמך מיקומה של האנטנה אליה משוייך הטלפון הנייד בזמן נתון (Cell ID) הינה שיטה פשוטה לאיתור האזור בו נמצא הטלפון. שיטה זו נחותה בדיוקה המרחבי ביחס לאיכון באמצעות GPS, אולם יתרונה לפני עידן הסמארטפון נבע מפשטותה לעומת איכון באמצעות GPS שחייב נשיאת מכשיר ייעודי על ידי משתתף שגויס למחקר. חסרונה של השיטה כאמור, הוא דיוקה שיכול להגיע לכדי חמישים מטר לכל היותר במרכזי ערים בהם צפיפות הרשת של האנטנות הסלולריות גבוהה. באזורים פחות מיושבים, בהם ריכוז האנטנות הסלולריות נמוך, הדיוק המרחבי של איכון באמצעות אנטנה סלולארית יכול לרדת עד לרמה של מספר קילומטרים. כמו כן, מסיבות של ניהול עומסים ברשת הסלולרית, מכשיר הטלפון אינו משוייך

תמיד לאנטנה הקרובה וכך ניתן להסיק לגבי מיקום שגוי של המכשיר ולפגוע בדיוק המרחבי עוד יותר.

השיטה העיקרית שיושמה עד כה בתחום המחקר העירוני באמצעות איכון טלפונים סלולריים היא שיטת האיכון הפאסיבי (passive positioning) (Ahas et al., 2008). היתרון של השימוש בשיטת האיכון הפאסיבי של טלפונים סלולריים הוא האפשרות לעקוב אחר כמות גדולה של משתמשים ללא עלות גבוהה, אולם היא צופנת בחובה גם חסרונות ניכרים למדי. העיקרי שבהם הוא שבשיטת האיכון הפאסיבי המיקום של הטלפון הסלולרי מתבצע רק כאשר המכשיר בפעילות הקשורה בהוצאה או בהכנסה של שיחות או הודעות. לשיחות נכנסות אפשר להתייחס כאקראיות במרחב מכיוון שלאדם המקבל את השיחה אין הרבה שליטה על המיקום בו הוא מקבל את השיחה, אין זה המקרה ביחס לשיחותיוצאות שלהן אין התפרסות אקראית במרחב. אנשים נוטים להוציא יותר שיחות כאשר הם נמצאים ברכב בזמן של גודש תנועה או דווקא כאשר יש להם זמן פנוי. לכן קיימת הטייה למיקומים בהם אנשים נוטים להוציא שיחות.

הרעיון של איכון פאסיבי שהחל בתחום הרשת הסלולרית מצא גם ביטוי במחקרים שעשו שימוש במידע דומה המופק מאפליקציות של מדיה חברתית כגון טוויטר לדוגמה (Cheng et al. 2011; Noulas et al. 2011), ואולם החסרונות במחקרי רשתות חברתיות זהים לאלה שתוארו בהקשר לאיכון של מכשירים ברשת הסלולרית – אין מידע על מיקום כאשר אין פעילות ובמקרה של טוויטר – ציוצים. מעבר לכך, אין לחוקרים נתונים על האוכלוסייה לגביה מנסים להסיק מסקנות. החוקרים יכולים לנסות לשייך אנשים לאזור הסטטיסטי בו הם גרים ולעשות הצלבה עם נתוני המפקדים ונתונים נוספים, אולם אלו נתונים המספקים תמונה חלקית מאוד לגבי מאפייני המשתתפים, ולכן היתרון העיקרי של מחקרים אלה היא האפשרות להבין מגמות כלליות ולא התנהגויות ברמה הפרטנית.

- טלפונים חכמים / סמארטפונים

כפי שכניסתם של הטלפונים החכמים היוותה קפיצת מדרגה מבחינת האפשרויות שהיא יצרה עבור המשתמשים, כך המצב גם ביחס לאפשרויות המחקריות הנפתחות בפני חוקרים. הסמארטפונים מסוגלים לתת מיקום במגוון ובשילוב של שיטות קרקעיות (בנוסף לקרבה לאנטנה סלולרית גם קרבה לרשתות אלחוטיות) ושיטות לווייניות (GPS). מעבר לכך הם מחוברים כל העת לרשת האינטרנט, דבר המאפשר לקבל באופן רציף נתונים ביחס למכשיר ומנגד לשלוח שאלונים למשתתף הנושא את המכשיר. עם זאת, בכדי לבצע מחקר משמעותי צריך כמובן את שיתוף הפעולה של המשתמש.

סמארטפונים מודרניים החלו להופיע בשוק בתחילת שנות ה-2000, אך הופעתו של ה-iPhone ב-29 ביוני 2007 והגידול המהיר בפופולאריות של מערכת ההפעלה אנדרואיד בשנה שלאחר מכן היו אלה שסימנו את תחילתו של עידן חדש בתחום הטלפונים הסלולריים. כבר בפברואר 2012 יותר מחמישים אחוזים מהטלפונים הניידים בארצות הברית היו טלפונים חכמים (Nielsen 2012), וכיום מספרים אלה גבוהים הרבה יותר במרבית המדינות המפותחות. חדירת הטלפונים החכמים מתרחשת בקצב מהיר למדי גם

במדינות המתפתחות, אם כי הפער בין העולם המפותח והמתפתח עדיין ניכר בתחום הזה.

סמארטפונים ומכשירים ניידים אחרים כמו מחשבי טאבלט, משלבים מספר גדול של יכולות וכלים הכוללים בין השאר טכנולוגיות מיקום כ-GPS, זיהוי אנטנה סלולארית, מיקום באמצעות WiFi, Bluetooth, RFID. סנסורים כגון אקסטרומטר, גירוסקופ, מגנטומטר (מצפן), חיישן אור, וטכנולוגיות שימושיות אחרות כמו מיקרופון ומצלמה. בנוסף קיימים מספר סנסורים כמו ברומטר, מד חום ומד לחות אותם ניתן למצוא כיום רק במספר מועט של מכשירים מתקדמים. סנסורים אלה צפויים להיות זמינים בשנים הבאות גם בטלפונים הפשוטים יותר ובכך לשפר את יכולות החישה הזמינות לחוקרים. טבלה 1 מסכמת את טכנולוגיות האיתור הנפוצות ביותר המיושמות בסמארטפונים, אשר חלק גדול מהן שימושיות למחקר של התנהגות מרחבית של אנשים בסביבות עירוניות וכפריות. הטבלה מתמקדת בטכנולוגיות אותן ניתן ליישם באופן פשוט ללא צורך בהטמעת חומרה חיצונית נוספת. בעוד שקיימים הבדלי איכות בין דגמים שונים של מכשירי סמארטפון, ניתן לצפות למצוא את יכולות החישה והרזולוציות המצוינות בטבלה גם בסמארטפונים הפשוטים ביותר הנמצאים כיום בשוק.

טבלה 1: טכנולוגיות למדידת מיקום ותנועה בטלפונים ניידים המבוססות על מידע המגיע מהטלפון הנייד עצמו

טכנולוגיה	תיאור	רזולוציה מרחבית ^א	תדירות דגימה ^ב	Indoor (I) Outdoor (O)	הערות
GPS (A-GPS)	מכשירי GPS מאפשרים קבלת מיקומים ברזולוציה עיתית ומרחבית גבוהה בהסתמך על חישובי טרילטריציה של אותות רדיו המשודרים מלוויני ה-GPS	מספר מטרים	שניות 1Hz (ומטה)	O	מערכת לווויני ה-GPS האמריקאית NAVSTAR היא מערכת הניווט הלווייני הנפוצה ביותר. קיימים כיום גם מספר מכשירים העושים שימוש במערכת ה-GPS הרוסית GLONASS על מנת לשפר את האיתות והפונקציונאליות של המעקב הלווייני
זיהוי אנטנה סלולארית ^א Cell ID	מיקום הטלפון נקבע על סמך מיקומה אליה האנטנה הטלפון משיך הטלפון הנייד בזמן נתון	500 מ' עד 5 ק"מ (תלוי בצפיפות האנטנות הסלולאריות)	שניות 1Hz (ומטה)	I+O	מיקום על פי אנטנה סלולארית מתקבל באופן די פשוט במרבית הטלפונים החכמים. הדיוק המרחבי של נתונים אלה בסביבות עירוניות בעלות צפיפות גבוהה של אנטנות הוא גבוה. לעומת זאת באזורים כפריים ופתוחים הדיוק יכול לרדת לכדי מספר קילומטרים

טכנולוגיה	תיאור	רזולוציה מרחבית ^a	תדירות דגימה ^b	Indoor (I) Outdoor (O)	הערות
מיקום לפי נקודות נקודות גישה אלחוטיות ^c WiFi Position-ing	ניתן לקבוע את מיקומו של הטלפון הנייד על פי נקודות הגישה האלחוטיות בהסתמך על שתי שיטות עיקריות: מדידת עוצמת האות האלחטי או fingerprinting	10-50 מ'	שניות 1Hz (ומטה)	I+O	על מנת לאכן את הטלפון על סמך נקודות גישה אלחוטיות המשתמש צריך להשאיר את ה WiFi של המכשיר דולק. לא ניתן לבצע איכון של המכשיר בהעדר נקודות גישה אלחוטיות (למשל, באזורים פתוחים)
Bluetooth	טכנולוגיית Bluetooth מבוססת על גלי רדיו קצרים. ניתן להשתמש בה לזיהוי קרבה בין שני מכשירי טלפון ויותר (מיקום יחסי)	מספר מטרים	שניות 1Hz (ומטה)	I+O	על ידי שימוש במשדרי Bluetooth חיצוניים ניתן לקבוע גם את המיקום האבסולוטי של הטלפון
אקסלרומטר ^c Accelerometer	מזהה את תאוצת המכשיר. ניתן להשתמש במידע זה לזיהוי אמצעי התחבורה, עוצמת וסוג הפעילות (למשל, הליכה ריצה, נהיגה)		מילי-שניות (100Hz~)	I+O	עם הגידול בפופולאריות של סמארטפונים גדל באופן משמעותי גם השימוש באקסלרומטרים למטרות מחקר
מגנטומטר ^c Magnetometer	מגנטומטר יכול לזהות את כיוון ההתקדמות		מילי-שניות (100Hz~)	I+O	מודד כיוון ולא מיקום
גיירוסקופ ^c Gyroscope	מאפשר לטלפון לקבוע את האוריינטציה שלו		מילי-שניות (100Hz~)	I+O	עדיין לא נעשה שימוש נרחב במידע של הגיירוסקופ למטרות מחקריות
ברומטר Barometer	מודד לחץ ברומטרי. מידע זה יכול לשמש לקביעת גובה ותנועות אנכיות ולקבלת מידע סנסורי שימושי אחר		שניות 1Hz (ומטה)	I+O	חיישן הברומטר עדיין אינו נפוץ כל כך בסמארטפונים סטנדרטיים

* ניתן להשתמש בטכנולוגיות RFID לקביעת מיקום. עם זאת, הדבר מצריך התקנה של תשתיות וחומרה חיצוניות.

a הרזולוציה המרחבית הצפויה תחת תנאים אופטימאליים.

b אלו הן תדירויות הדגימה הגבוהות ביותר להן ניתן לצפות בסמארטפונים. תדירויות דגימה גבוהות מעין אלה גורמות לעומס על הסוללה של הטלפון ולכן לא ניתן בדרך כלל לבצע דגימה ארוכה ורציפה בקצבי דגימה כאלו.

c טכנולוגיית A-GPS עושה שימוש במידע מרשתות תקשורת חיצוניות על מנת לשפר את הפונקציונאליות של ה GPS ובעיקר את מהירות קביעת המיקום הראשוני (time to first fix). טכנולוגיה זו הופכת להיות הסטנדרט בטלפונים ניידים חכמים.

d יש צורך במידע חיצוני לגבי הרשת ותשתיות התקשורת על מנת לאכן את מיקום הטלפון. עם זאת, מרבית הטלפונים החכמים ומערכות ההפעלה השונות מספקים מיקום על בסיס רשת התקשורת באופן פשוט למשתמש. מיקומים המבוססים על תשתיות התקשורת משמשים בדרך כלל כבריירת מחדל במקרים בהם מיקום GPS אינו זמין.

e על ידי שימוש במגנטומטר, אקסלרומטר וגייירוסקופ ניתן לקבוע מיקום יחסי של מכשיר הטלפון במקומות סגורים לטווחים קצרים.

מֵעֵרֶךְ הַסְנִסוּרִים בָּהֶם מְצוּיִדִים סִמָּאֵרְטִפּוֹנִים מְשַׁדְּרָא אֶת יִכּוֹלְתָּנוּ לֵאסוֹף פֶּרְמִטֵּרִים לְגַבִּי מִיָּקוּם וְתִנּוּעָה בַּמִּסְפָּר דְּרָכִים בִּיחַס לְשִׁיטוֹת הָאִיתוֹר הַמְסוֹרִתִּיּוֹת יוֹתֵר :

1. טֶכְנֹלֹגִיּוֹת הַמִּיָּקוּם הַקִּיּוּמוֹת בְּטֵלְפֹנוֹנִים חֲכָמִים מֵאֲפְשָׁרוֹת לֵאחֵר אֶת הַמְכַשִּׁירִים הֵן בַּמְקוֹמוֹת פְּתוּחִים וְהֵן בַּחֲלָלִים סְגוּרִים. מִשִּׁימָּה זֶה אֵינָה אֲפְשָׁרִית לְבִיצוֹעַ כֹּאשֶׁר מְדוּבָר בַּמְכַשִּׁירִי אִיתוֹר יִיעוּדִיִּים הַפּוֹעֲלִים בְּדֶרֶךְ כָּלֵל רַק בְּאֶחָד מִשְׁנֵי סוּגֵי הַמְרַחְבִּים.
2. שִׁילּוּב הַסְנִסוּרִים וְהַטֶּכְנֹלֹגִיּוֹת מְבִיא לִיצִירַת מִגְנוּן פִּיצוּי וְגִיבּוּי - כֹּאשֶׁר טֶכְנֹלֹגִיּוֹת אִיתוֹר אֶחָת אֵינָה זְמִינָה הַטֵּלְפֹן יִכּוֹל לְהִיעֹזֵר בְּטֶכְנֹלֹגִיָּה אַחֶרֶת עַל מִנַּת לִנְסוֹת וּלְאֵחֵר אֶת מִיָּקוּם הַמְכַשִּׁיר. לְמִשָּׁל, כֹּאשֶׁר לֹא נִיתֵן לֵאכֹן אֶת הַטֵּלְפֹן בִּאֲמֻצָּעוֹת הַGPS, הַטֵּלְפֹן יִנְסָה לֵאכֹן אֶת הַמִּיָּקוּם בִּאֲמֻצָּעוֹת נְקוּדוֹת גִּישָׁה אֶלְחוּטִיּוֹת (WiFi), וּבְמִידָה וְגַם אֲפְשָׁרוֹת זֶה לֹא זְמִינָה הַמְכַשִּׁיר יִקְבַּע אֶת מִיָּקוּמוֹ בִּאֲמֻצָּעוֹת זִיּוּהִי הָאֲנֻטָּה הַקְּרוּבָה יוֹתֵר.
3. לְסִמָּאֵרְטִפּוֹנִים יֵשׁ הִיכּוֹלֶת לְסַפֵּק מִידַע רִלוּוֹנִי פֶּרֶט לְמִיָּקוּם. חִיּוּשׁ הָאֶקְסֶלְרֹמֶטֶר לְמִשָּׁל מֵאֲפְשָׁר לְחוֹקְרִים לֵאסוֹף מִידַע בְּנוֹגַע לְתִנּוּעָה שֶׁל מִשְׁתַּמְשֵׁי הַטֵּלְפֹן בַּמְבָּנִים סְגוּרִים וּבְסִבִּיבוֹת פְּתוּחוֹת וּלְזִהוּת אֶת סוּג הַתְּחַבּוּרָה בָּה נַעֲשֶׂה שִׁימוּשׁ (Miluzzo et al. 2008).

יִישׁוּם שִׁיטוֹת אִיתוֹר לְמַחְקֵר וּלְתַכְנוּן עִירוֹנִי בַּעִידָן ה־Big Data

קִיּוּמִים כִּיּוֹם שְׁתֵּי שִׁיטוֹת עִיקָרִיּוֹת לִישׁוּם נְתוּנֵי שִׁיטוֹת אִיתוֹר בַּמַּחְקֵר. הַשִּׁיטָה הָרֵאשׁוֹנָה נִוְקְטֶת בְּגִישָׁה מְסוֹרֶתִית שֶׁל מַחְקֵר בְּמַדְעֵי הַחֲבֵרָה וְהִיא כּוֹלֶלֶת גִּיבּוּשׁ שֶׁל שְׁאֵלֹת מַחְקֵר שֶׁבַּעֲקֻבוּתִיהָ הַחֻקָּרִים יוֹצְרִים מֵעֵרֶךְ מַחְקֵר מְסוּדָר הַמֵּתְבַסֵּס, בֵּין הַשָּׂאֵר, עַל אִיסוֹף נְתוּנֵי זְמַן-מֵרַחֵב מְדוּיָקִים בִּאֲמֻצָּעוֹת שִׁיטוֹת אִיתוֹר. בְּדֶרֶךְ זֶה אוֹסְפִים הַחֻקָּרִים מִידַע מִמִּדְגָּם שֶׁל אוֹכְלוּסִיָּה מְסוּיִמָּת שֶׁהוֹדְרָה מֵרֵאשִׁי. מִשְׁתַּתְּפִים בַּמַּחְקֵרִים אֵלֶּה מוֹסְרִים מִידַע לְחֻקֵּר לִפְנֵי, בַּמַּהֲלָךְ וְלַעִיִּתִים גַּם בְּסִיוֹם הַשְּׁתַּתְּפוֹת בַּמַּחְקֵר, אֲשֶׁר עוֹזֵר לְחֻקָּרִים לְהַבִּין אֶת הַמְּנִיעִים וְהַגּוֹרָמִים שֶׁהִשְׁפִּיעוּ עַל פְּעִילוֹתָם שֶׁל הַמְּשַׁתְּפִים בְּזִמָּן וּבַמְּרַחֵב. סוּג זֶה שֶׁל מַחְקֵר אֵינוֹ שׁוֹנֶה מִמָּה שֶׁהִכְרֵנוּ בַּעֲבֹר וְהַהֲבָדֵל הָעִיקָרִי הוּא הַשִּׁימוּשׁ בְּכָלִים מְדוּיָקִים לֵאִיסוֹף נְתוּנֵי זְמַן-מֵרַחֵב וְכֵן אֲפְשָׁרוֹת לְבִיצוֹעַ שְׁאִילֹתוֹת בְּזִמָּן אִמָּת, כֹּאשֶׁר הַמַּחְקֵר מֵתְבַסֵּס עַל טֵלְפֹנוֹנִים חֲכָמִים. בַּעֲתִיד הַקְּרוּב נִיתֵן יִהְיֶה בַּעֲקֻבוֹת הוֹסְפָה שֶׁל חִיּוּשִׁים חִיצוֹנִיִּים לְטֵלְפֹנוֹנִים הַחֲכָמִים גַּם לְקַבֵּל מְדִידוֹת אוֹבֵיִיקְטִיבִּיּוֹת שֶׁל תַּחוּשׁוֹת בְּצוּרָה שֶׁל מְדִידִים בְּיוֹמֵטֵרִים הַמְּבַטָּאִים אֶת הַתְּגוּבָה הַפִּיזִיּוֹלֹגִית שֶׁל אֲנָשִׁים לְסִבִּיבָה הַחִיצוֹנִית שֶׁלָּהֶם.

בְּנוֹסֵף לְגִישָׁה שְׁתוּאָרָה לַעֲלִיל שֶׁל שִׁימוּשׁ בְּשִׁיטוֹת אִיתוֹר כְּדֵי לְשַׁפֵּר אֶת יִכּוֹלְתֵּינוּ הַמַּחְקֵרִיּוֹת הַמְּסוֹרֶתִיּוֹת הָרֵי שְׁקִיּוּמִים הַיּוֹם יוֹתֵר וְיוֹתֵר מְסָדִי נְתוּנִים דִּיגִיטָלִיִּים לְגַבִּי הַתְּנַהּגוֹת עִיִּתִית וּמֵרַחֲבִית שֶׁל אֲנָשִׁים, אֲשֶׁר נִיתֵן לְרִתּוֹם לְצָרְכִים מַחְקָרִים. נְתוּנִים אֵלֶּה כּוֹלֵלִים לְמִשָּׁל נְתוּנֵי שִׁיחּוֹת מֵהִרְשָׁתוֹת הַסֵּלּוּלָאֲרִיּוֹת, רִישׁוּמֵי פְּעוּלוֹת שֶׁל חֲבֵרוֹת כְּרִטִּסִי אִשְׂרָאֵל, צִיצִי טוּוִיטֵר וְעוֹד. אֵלּוֹ הֵם מְקוּרוֹת נְתוּנִים חֲדָשִׁים בַּעֲלֵי אֶטְרִקְטִיבִּיּוֹת רַבָּה לִישׁוּם מַחְקָרִי מְכִיוּן שֶׁהֵם מֵאֲפְשָׁרִים גִּישָׁה לְמִדְגָּמִים וְכִמּוּיוֹת מִידַע עֲצוּמִים שֶׁלֹּא הִיוּ זְמִינִים בַּעֲבֹר. בְּנוֹסֵף, הַשִּׁימוּשׁ בַּמְקוּרוֹת נְתוּנִים אֵלֶּה יִכּוֹל לְחַסּוֹךְ אֶת הַצּוּרֵךְ בִּישׁוּם וְהַטְּמָעָה שֶׁל שִׁיטוֹת אִיסוֹף נְתוּנִים יְקָרוֹת וּמְסוֹרֶתִיּוֹת יוֹתֵר (Shoval)

(Isaacson, 2010). על אף האטרקטיביות הגדולה בשימוש במקורות נתונים חיצוניים, נתונים אלה אינם מספקים לנו כמקובל במדעי החברה הסברים ומניעים ביחס לפעילות - בעוד שהנתונים מתארים לנו באופן מדויק את המיקום בזמן ובמרחב של אוכלוסיות שלמות, קשה לחוקרים להבין את הגורמים העומדים בבסיסה של התנהגות זו. יש כאן מעין "חישה מקרוב" של פעילות האוכלוסייה ללא יכולת הסבר מעמיקה. זהו חיסרון מהותי ביחס לגישה המסורתית יותר. כיום ישנו מאמץ להצלב מידע ממאגרי מידע מרחביים שונים בכדי להתגבר על חסרון זה (Furletti et al., 2013). חיסרון נוסף של שימוש במאגרים חיצוניים הוא בעיית הייצוגיות. במקרים רבים ובעיקר כאשר מדובר בשימוש בנתונים מרשתות חברתיות אין לנו ביטוי הולם לכלל קבוצות האוכלוסייה. כך למשל בישראל אנו נצפה לייצוג חסר של אוכלוסיות מבוגרות ומסורתיות. על אף חסרונות הגישה, נראה שאנו בכל זאת עומדים בפני שלב מעניין ומאתגר בחקירה המדעית של פעילות זמן מרחב של אנשים במדעי החברה.

להלן רשימה של עיקרי היתרונות הגלומים בשימוש בשיטות איתור על פני השיטות המסורתיות יותר לביצוע מחקר וגיבוש תובנות לניהול ותכנון של המרחב העירוני:

מהירות איסוף הנתונים וניתוחם: העובדה שהנתונים נאספים ונשמרים באופן דיגיטלי ובזמן אמת מאפשרת את ניתוחם תוך מספר ימים בודדים ולפעמים אף בזמן אמת כאשר קיים צורך בכך. דוגמא לכך ניתן לראות בשימוש שנעשה בנתונים המגיעים ממכשירי טלפון ניידים במטרה ללמוד על דפוסי יוממות בערים. מחקרים מעין אלה נעשו כבר במספר לא מבוטל של ערים בעולם, למשל מחקר החלוצי של Ahas ביחס לטאלין בירת אסטוניה (Ahas and Mark, 2005). ניתן למצוא גם מחקרים דומים שבוצעו לאחרונה בישראל עבור המטרופולינים הישראליים. היתרון העיקרי בהתבססות על נתונים אלה לעומת השיטה הקיימת בישראל לגיבוש דפוסי היוממות של ניתוח נתוני המפקד הוא במהירות בה ניתן לקבל את תוצאות הבדיקה, למעשה כמעט בזמן אמת או לכל היותר מספר ימים בודדים עבור הניתוח וזאת לעומת חודשים רבים במקרה של המפקד.

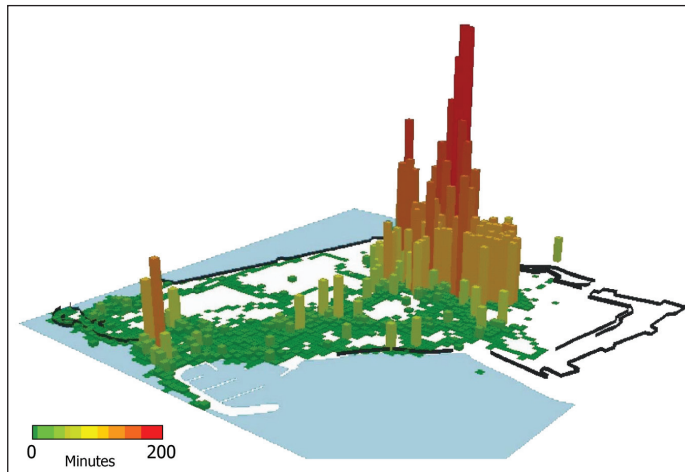
יכולת לחזרות תכופות על הניתוחים: כאשר נתונים נאספים באופן קבוע וסדור, כמו במקרה של נתוני הרשת הסלולארית על פעילות המנויים, הרי שניתן לבצע ניתוחים חוזרים בתדירות גבוהה. בהקשר של בדיקת דפוסי היוממות במטרופולינים, הרי שלא רק שניתן לקבל את התוצאות מהר יותר מבעבר כפי שהדגשנו בסעיף הקודם, קיימת גם יכולת לחזור על הבדיקה מעת לעת כל מספר חודשים או שנים. על ידי כך ניתן לזהות במהירות וביעילות מגמות חדשות בדפוסי היוממות וזאת בניגוד למצב הקיים ברוב המדינות (כולל בישראל) בהן דפוסי יוממות מוגדרים בעקבות מפקדים שנערכים במקרה הטוב כל עשור בשל עלותם. לנושא זיהוי דפוסי היוממות יש חשיבות בישראל ביחס להגדרת גבולות המטרופולינים.

היכולת לחזור על ניתוחים והעובדה שהנתונים זמינים ביחס לכל יום וביחס לכל שעה מאפשרת גם לבדוק השפעות של מקרי קיצון על הדפוסים, למשל לבחון את ההשפעה של אירוע מזג אוויר חריג על פעילות אנשים בזמן ובמרחב. בעבר ניתן היה לבחון תוצאות של אירועים אלה רק על ידי סימולציות שונות

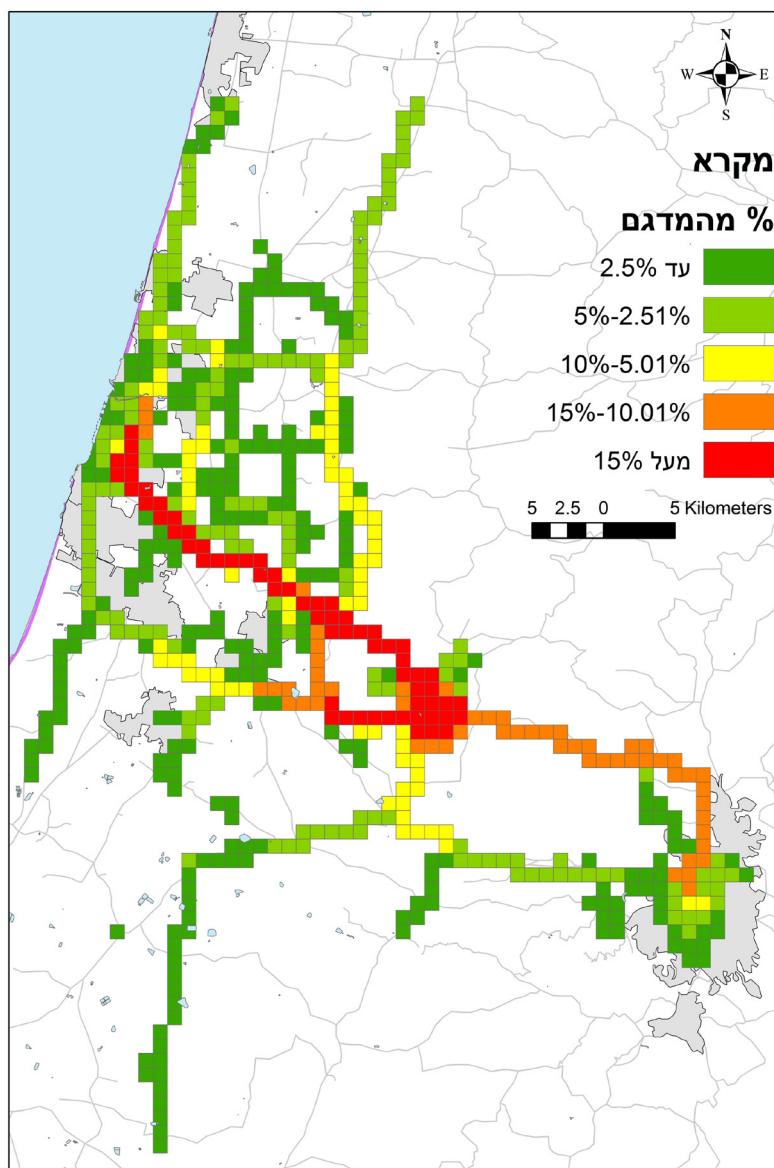
ואילו כיום ניתן לבחון את ההתנהגות של אנשים בפועל ובאמצעותה אף לשפר את התקפות והמהימנות של הסימולציות והמודלים.

רזולוציה גבוהה בזמן ובמרחב: העובדה ששיטות איתור יכולות לספק נתונים ברמות דיוק של מטרים בודדים מאפשרת לחקור בצורה מאוד מדויקת את הדרך שבה תושבי העיר או המבקרים בה משתמשים במרחב העירוני. אחד המחקרים הראשונים שפורסמו בהקשר זה היא זו עבודתו של Shoval (2008) לגבי פעילות של מבקרים בעכו העתיקה. באיור 1 המצורף ניתן לראות שעכו העתיקה חולקה לתאים של 10 על 10 מטרים ולמעשה בדרך זו בוצעה "פיקסיליזציה של העיר". ביחס לכל ריבוע חושב משך השהות הממוצע של כלל המבקרים הבא לידי ביטוי בצבע וגובה העמודה. רמה זו של רזולוציה מרחבית ועתית לא היתה אפשרית בעבר כשהנתונים נאספו על ידי אמצעים כגון יומני פעילות זמן מרחב.

גמישות קנה המידה: הרזולוציה העתית והמרחבית של שיטות האיתור ובייחוד של מערכת ה-GPS מאפשרת לבצע ניתוחים בקני מידה משתנים. החל מרמה של מקטע עירוני מצומצם או שכונה, ועד רמה עירונית, אזורית או אף ארצית. היתרון הגדול כאן הוא שנתונים שנאספו פעם אחת יכולים לשמש למגוון של מטרות. בהקשר של תכנון, הנתונים יכולים להוות בסיס לתכנון לאומי, מחוזי, מקומי ואפילו עד רמה של תוכנית בניין עיר. דוגמא טובה לכך הם הנתונים שנאספו על ידי חברת Geostats עבור צוות תוכנית אב לתחבורה בירושלים כבסיס למודל התחבורה של ירושלים שהולך ונבנה בשנים האחרונות (Oliveira et al., 2011) במסגרת פרוייקט זה, בו השתתפו כשלושה אחוזים מתושבי העיר ירושלים בני כל הדתות והעדות נדגמו אלפי משקי בית בירושלים ובסביבתה. הנתונים מאפשרים הבנה של הפעילות בקנה המידה המקומי של אזורי תנועה, בקנה מידה של העיר כולה, של המטרופולין ואף מעבר לו (איור 2 מציג את פעילותם במרחב של 620 מתושבי העיר מודיעין שהשתתפו בסקר זה).



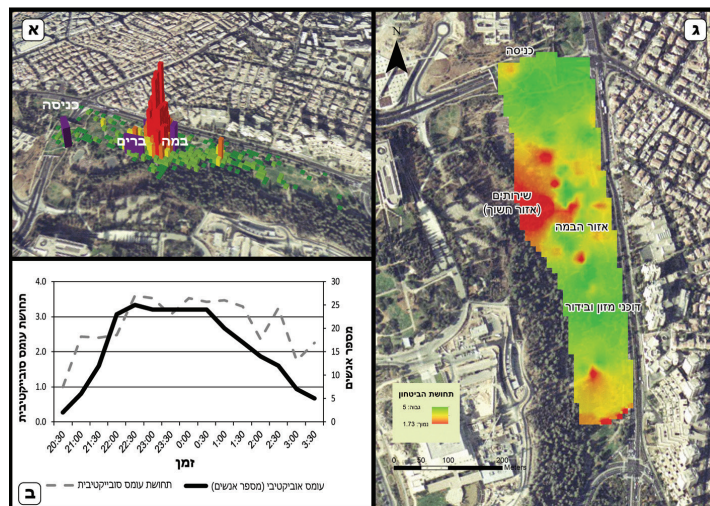
איור 1: שהות של מבקרים בעכו העתיקה בחלוקה לתאים בגודל 10X10 מ'



איור 2: דפוסי פעילות של תושבי העיר מודיעין (מבוסס על מדגם מייצג של 620 תושבי מודיעין)

אמינות גבוהה ביחס למיקום המשתתפים בזמן ובמרחב: אחת הבעיות בשימוש ביומני פעילות זמן מרחב היא שלעיתים אין וודאות שהמיקום אותו מסר המשתתף אכן משקף את מיקומו האמיתי. דבר זה יכול לנבוע מחוסר הכרות של המשתתף עם המרחב בו הוא נמצא, בשל הימצאותו בחלק לא מוכר של העיר למשל. במקרה של תיירים הדבר מובן עוד יותר עקב חוסר היכרותם עם המרחב בו הם שוהים. חלק גדול מבעיות האמינות גם נובע מטעויות של שכחה כאשר היומן אינו ממלא בזמן אמת, אלא באופן רטרופקטיבי כפי שנעשה במקרים רבים של יומני פעילות זמן-מרחב.

עומס השתתפות קטן יחסית: נשיאת מכשיר איתור המקליט את פעילות הנחקר באופן אוטומטי מקטינה את עומס ההשתתפות מצידו של המשתתף. זאת לעומת מחקרי יומן פעילות בהם נדרש הנחקר לספק מידע לגבי פעילותו מספר פעמים ביום. לראיה אנו יכולים למצוא מחקרים שעשו שימוש בשיטות איתור בשנים האחרונות גם בקרב אוכלוסיות חלשות יחסית ואשר נמשכו לאורך מספר חודשים ברציפות (Shoval et al., 2008; Barzilay et al., 2011). איסוף נתונים בדרך זו גם מקטין את עומס העבודה המוטל על החוקר שאינו צריך לקודד שאלונים ידניים, כיוון שכל הנתונים נכנסים כבר מלכתחילה למסדי נתונים דיגיטאליים שקל יחסית לעבוד איתם.



איור 3: פעילות סטודנטים במהלך יום הסטודנט

בהקשר של טלפונים חכמים (סמארטפונים) ניתן להוסיף גם מספר יתרונות ייחודיים:

איסוף יעיל הן של מידע סובייקטיבי והן של מידע אובייקטיבי לגבי הפעילות של אנשים: בדומה לשיטות איתור אחרות, סמארטפונים יכולים לספק מידע אובייקטיבי לגבי פעילות מרחבית של אנשים כמו מיקום מדויק

בזמן ובמרחב. עם זאת, לסמארטפונים יכולת לאסוף גם מידע מסוגים נוספים בצורה פשוטה יחסית ויעילה. דוגמא לכך היא שאלונים במילוי עצמי. כך למשל, ניתן לבקש מנחקרים לדווח על התחושות והחוויית שלהם או לחילופין על בעיות ומפגעים סביבתיים שהם נתקלים בהם. אמנם יש כמה דוגמאות בודדות לניסיונות שכאלה עם מכשירי GPS (Pettersson and Zillinger, 2011; Birenboim et al., 2015), אולם הפוטנציאל הגדול לאיסוף מידע סובייקטיבי מצוי כמובן בטלפונים החכמים.

איור 3 מציג את הפעילות של סטודנטים במהלך יום הסטודנט שהתקיים בירושלים בשנת 2013. האיור הראשון - 3א' מדגים את עומס הפעילות של הסטודנטים במהלך הערב כאשר גובה העמודה והצבעים מעידים על ריכוז הפעילות בכל תא. באופן לא מפתיע, ניתן לזהות ריכוז של פעילות בסמוך לבמת ההופעות. איור 3ב' מציג את העומס במתחם יום הסטודנט לאורך הזמן. בשעה 22:30 נכחו כל 25 הנחקרים שלקחו חלק במדגם ומהשעה 00:30 אנו עדים לציאה הדרגתית של הסטודנטים מהאירוע. איור 3ג' מציג סוג מידע חדש לגבי פעילות הסטודנטים. באיור ניתן לראות ביטוי לתחושת הביטחון הסובייקטיבית של הסטודנטים המבוססות על דיווחים עצמאיים שנשלחו באמצעות מכשירי הטלפון. דיווחים אלה קיבלו תיוג מרחבי באופן אוטומאטי על ידי מכשירי הטלפון. ניתן להבחין כי במתחם ישנה התפלגות לא אחידה של תחושת הביטחון וכי באזור השירותים שהיה מואר בצורה לא טובה נתקבלו דיווחים על רמת ביטחון נמוכה יחסית.

אין עוד צורך במכשירים ייעודיים: כאשר איסוף הנתונים הולך ומתבסס על מכשירי הסמארטפון של המשתתפים, הרי שהחוקר איננו צריך עוד לחלק ולאסוף מכשיר איתור ייעודי (למשל מכשיר GPS) מהנחקר בתחילת ובסיום החקירה. מספיק שהמשתתף, יוריד את אפליקציית המחקר בעצמו או במפגש חד פעמי עם החוקר, ולאחר מכן האפליקציה תאסוף את הנתונים ותשלח אותם באופן אוטומאטי לשרת מרכזי. יש לכך יתרון גדול בהוזלת הסקרים מבחינת עלות החומרה, ומבחינת כמות כוח האדם הנדרשת לאיסוף הנתונים - כאשר המחקר מתבסס על טלפונים חכמים אין צורך לרכוש מכשירי איתור ייעודיים, ובנוסף ניתן להסתפק בצוות מחקר מצומצם יותר, מכיוון שכמות האינטראקציות עם הנחקרים יכולה לרדת באופן משמעותי.

שילוב חיישנים חיצוניים: קיימת אפשרות לעשות שימוש במקורות מידע דיגיטאליים נוספים ביחד עם נתוני שיטות האיתור. אחת האפשרויות המעניינות בהקשר זה, היא שילובם של חיישנים חיצוניים המספקים מידע ביומטרי כמו קצב לב לגבי נחקרים, או לחילופין חיישנים המתעדים מידע לגבי פרמטרים סביבתיים שונים כמו רמות זיהום. קיימות מספר דוגמאות למחקרים שעשו שימוש בסנסורים חיצוניים בעבר כמו חיישני קצב לב (Gaggioli et al. 2011), וחיישני מוליכות חשמלית של העור (הזעה) הבודקים התרגשות (Nold 2009). חשוב לציין שהשימוש בחיישנים מעין אלה הוא מסורבל יחסית ואיננו מאפשר מעקב לאורך זמן בשל חוסר הנוחות שהחיישנים מסבים לנחקרים. עם זאת, החיישנים החיצוניים מספקים מידע אובייקטיבי ואמין יחסית הן לגבי הנחקר והן לגבי סביבתו. התפתחות השימוש בחיישנים חיצוניים ושילובם ביחד עם מידע מרחבי שמגיע משיטות האיתור יכולים להוביל לפיתוח של תובנות מרתקות בנוגע לאינטראקציה שבין האדם לסביבתו.

הפוטנציאל של שיטות איתור לשיפור התכנון העירוני

מוקדם עוד לדעת מה יהיו היישומים השונים של שיטות האיתור השונות על תהליך התכנון העירוני, אולם לדעתנו ניתן להצביע על מספר תחומים בהם תתכן תרומה משמעותית של המהפכה הטכנולוגית הזו על עולם התכנון:

בשלב הראשון של התכנון בו מתבצע מיפוי המצב הקיים, ניתן כבר היום וביתר שאת בעתיד לאסוף מידע רב על אופן השימוש של מרחבים שונים על ידי משתמשים שונים וכל זאת ברזולוציה גבוהה מאוד מבחינת הדיוק המרחבי והעתי. יתרון נוסף היא העובדה שהתכנון יכול להתבסס על נתונים עדכניים ולא דווקא על נתוני מפקדים או סקרים הנעשים רק כל מספר שנים. אנו עדים כבר עתה לשימוש שכזה בשיטות איתור בסקרי תחבורה המהווים בסיס לתכנון תחבורה ברמה העירונית, האזורית והלאומית.

שיתוף הציבור יוכל לקבל חיזוק טכנולוגי, ובעקבות כך להתפתח למימדים חדשים ולכלול ציבור נרחב יותר. ניתן יהיה לשלוח סקרים מבוססי מיקום לתושבים הרלוונטיים ולקבל משוב מדויק יותר על התכנון העתידי. הדבר יאפשר גם לאזרחים מן השורה לאסוף נתונים באופן יזום ואלו יוכלו לשמש בתהליך התכנון. הנתונים המדויקים שיאספו כבסיס לתכנון יאפשרו יצירת סימולציות כבסיס להצגת חלופות תכנון מבוססות יותר. שיתוף ציבור מעין זה קשור בפרקטיקות מחקר ואיסוף נתונים שזוכות לפופולריות הולכת וגדלה בשנים האחרונות. אלה ידועות בשמות שונים כגון "citizen science" ו-"participatory sensing". גם במקרה זה אנו כבר עדים לדוגמאות, למשל באנגליה, בהן פותחו פלטפורמות ייעודיות המאפשרות לאזרחים לשתף מידע מרחבי באמצעות הסמארטפון האישי שלהם כחלק מתהליך התכנון.

שימוש בשיטות איתור יאפשר גם הערכה טובה יותר של תוצאות התכנון. אם בשלב הראשון של התכנון נאספו נתונים אודות השימוש במרחב, הרי שלאחר סיום ההליך התכנוני ניתן יהיה לבחון את השפעת התכנון על ידי ביצוע סקרים חוזרים ולבחון האם וכיצד הביא התכנון לשינוי באופן בו התושבים צורכים את המרחב החדש. כך ניתן לבחון למשל הצלחה של תכנון תיירותי בערים היסטוריות שמטרתו להקטין גודשי תנועה של רכבים והולכי רגל.

סיכום ודיון

מאמר זה ניסה להציג את ההתקדמות הרבה שהתרחשה בעשור האחרון בתחום שיטות האיתור וביכולתן לתרום לקידום המחקר בתחום הגאוגרפיה העירונית ובתחום התכנון העירוני. כפי שהוצג, ישנם כבר מחקרים לא מעטים שעשו שימוש בשיטות איתור לצורך מחקר גאוגרפי עירוני וניכר שקיים עוד פוטנציאל גדול בתחום זה. אין ספק שיש חשיבות מיוחדת לשימוש שנעשה בשנים האחרונות בסמארטפון ככלי לאיסוף נתונים. זאת מכיוון שהוא מאפשר גמישות מחקרית רבה, שילוב בין מספר רב של שיטות איתור וחישה וביצוע של מחקרים בזמן אמת. קצב ההדירה המהיר של הסמארטפון בקרב האוכלוסייה בארץ ובעולם הביא ליצירתן של הזדמנויות מחקר רבות במדעי החברה, ובתחום העירוני בפרט.

למרות ההבטחה הגדולה הטמונה בסמארטפון, הוא עדיין טומן בחובו כמו כל כלי מחקר אחר, מספר חסרונות שונים: משך הסוללה הקצר יחסית של הסמארטפונים ובייחוד כאשר נעשה שימוש אינטנסיבי בסנסורים השונים

לאיסוף נתונים פוגע ביכולת לאסוף נתונים באופן רציף ומתמשך (Raento, 2010; Lane et al. 2009; Oulasvirta and Eagle 2009). אולם, אין ספק שסוללות חזקות יותר בשילוב עם אלגוריתמים משופרים של דגימה ישרו את המצב בעתיד הקרוב. בעיה נוספת קשורה לייצוגיות המדגם. למרות התפוצה הגבוהה של סמארטפונים בעולם המערבי, הרי שעדיין לא כל האוכלוסייה מחזיקה ברשותה טלפון חכם. עובדה זו יכולה להוביל להטיות במדגם ובעיקר בקרב משתתפים מבוגרים ואוכלוסיות מסורתיות יותר. סביר שהטיה זו תיפתר בעתיד עם הוזלתם של המכשירים וחדירתם בקרב כלל האוכלוסייה. בכל מקרה כאשר מדובר על דגימה של קבוצה קטנה ומוגדרת ניתן להתגבר על מגבלה זו באמצעים שונים, כולל חלוקה של מכשירי טלפון. חסרון שלישי שיכול להקשות על יישום מהיר וחלק של סמארטפונים ככלי מחקרי הוא הצורך בידע בתכנות רלוונטי. כיום יש עם זאת התקדמות בפיתוח של תוכנות גנריות לשימוש במחקר אותן ניתן ליישם בקלות יחסית במחקרים שונים ללא ידע קודם בתחום התכנות. חסרון נוסף קשור ליכולות הנחותות יחסית של מקלטי ה-GPS המותקנים בסמארטפונים לעומת מקלטי GPS במכשירים יעודיים (GPS Loggers). הדבר בא לידי ביטוי בהבדלים בדיוק לרעת הסמארטפונים, אולם השיפור המהיר והמתמיד בין הדגמים השונים של הסמארטפונים מלמד אותנו שזו רק שאלה של זמן עד ש-GPS של מכשירים אלה ישודרג ויגיע לרמות הדיוק של המכשירים הייעודיים.

נושא שלא נדון במאמר זה אולם חשוב לציין הוא שתודות לרזולוציה הגבוהה של הנתונים המרחביים והעתיים הזמינים, נוצרות כיום אפשרויות חדשות ליצירת מודלים, סימולציות וכריית נתונים (Xia et al., 2008). שיטה חדשה יחסית לניתוח רצפים של פעילות בזמן המרחב המותאמת במיוחד לסוג הנתונים המתקבל כתוצאה משימוש בשיטות איתור היא שיטת "התאמת הרצפים" (Sequence Alignment). זוהי שיטה שנוצרה במהלך שנות השמונים בתחום הביוכימיה ויושמה גם בתחום מדעי החברה בהקשר לניתוח רצפי פעילות בשנות התשעים של המאה הקודמת (Abbot, 1995; Wilson, 1998) ולניתוח רצפי פעילות עבור חקירה מרחבית (Shoval and Isaacson, 2007; Wilson, 2008).

ביחס לכל שיטות האיתור קיימת תמיד שאלת הפרטיות המרחבית של המשתמשים במכשירים אשר יכולים לחשוף את מיקומם בזמן ובמרחב של המשתמשים. שאלה זו מתעוררת לא רק לגבי שיטות איתור, אלא לגבי השימוש שעושות חברות של מדיה חברתית כגון טוויטר ופייסבוק במידע הרב שנאסף ביחס למשתמשים בשירותיהם. שאלות של פרטיות המשתתפים במחקרים ושמירה על זכויותיהם קיבלו התייחסות נרחבת במחקר (Burke et al. 2006; Shoval et al. 2014). חששות אלה קטנים יותר כאשר המשתתפים מגויסים ישירות על ידי חוקרים. במקרים כאלה החוקרים מחויבים בהתנהלות אתית המוגדרת להם על ידי הגוף המחקרי אליו הם משתייכים במטרה להגן על פרטיותם של המשתתפים. שאלה נוספת שעולה וטרם זכתה למחקר שיטתי היא השאלה אם עצם הידיעה שהמשתתף נמצא במעקב באמצעות שיטות איתור משנה את פעילותו המרחבית? זוהי שאלה שראוי לבדוק בהקדם ככל שמחקרים המתבססים על שיטות איתור נעשים יותר ויותר נפוצים. עם זאת, היא אינה רלוונטית במידה והנתונים מגיעים מאיכון פאסיבי או כאשר משך הדגימה ארוך יחסית, כיוון שבמחקרים בהם מתקיימת דגימה ארוכה של

המשתתפים במחקר במשך שבוע, חודש או יותר יתקשו הנחקרים לשנות את פעילותם רק בכדי לרצות את הסוקר.

לסיום, העובדה שלמרביית אוכלוסיית העולם יש טלפון סלולארי ברשותה (93% מאוכלוסיית העולם) (World Bank 2014), מביאה אותנו למצב שבו לכל אדם יש למעשה כתובת IP שניתן לאתר. אחוז בעלי הטלפונים החכמים מקרב בעלי הטלפון הנייד רק הולך ועולה ולכן למעשה מרבית משתמשי הטלפון בעולם המפותח מחזיקים בידם מחשב נייד קטן וחכם עם יכולות חישה ותקשורת מתקדמות ביותר. בצורה כזו אנשים הופכים במידה רבה להיות סנסורים מהלכים המעבירים נתונים שונים בזמן אמת (באופן אקטיבי או פאסיבי) על דברים המתרחשים בעיר. כיום יש לנו כבר מערכות מסחריות שעושות שימוש בכך לצורכי תחבורה, בעתיד יש להניח שנושאים נוספים כגון זיהום אוויר ינוטרו וינתחו בצורה דומה. אנו נמצאים בעיצומה של מהפכה בתחום המחקר העירוני ושיטות המחקר בהן עושים שימוש להבנת העיר הולכות ומשתנות לנגד עינינו.

מקורות

- Abbott, A. 1995. Sequence Analysis: New Methods for Old Ideas. *Annual Review of Sociology* 21: 93-113.
- Ahas, R and Mark, Ü. 2005. 'Location based services – new challenges for planning and public administration?', *Futures*, 37: 547-61.
- Ahas, R., Aasa, A., Roose, A., Mark, U., and Silm, S. 2008. Evaluating Passive Mobile Positioning Data for Tourism Surveys: An Estonian Case Study. *Tourism Management* 29(3): 469-86.
- Anderson, J. 1971. Space-Time Budgets and Activity Studies in Urban Geography and Planning. *Environment and Planning A* 3 (4): 353-68.
- Barzilay, Y., Shoval, N., Liebergall, M., Auslander, G. K., Birenboim, A., Isaacson, M., Vaccaro, A. R. and Kaplan, L. 2011. Assessing the Outcomes of Spine Surgery Using Global Positioning Systems. *Spine* 34 (4): 263-67.
- Birenboim, A., Reinau, K. H., Shoval, N. and Harder, H. 2015. High Resolution Measurement and Analysis of Visitor Experiences in Time and Space: The Case of Aalborg Zoo in Denmark. *The Professional Geographer* 67 (4): 620-629.
- Birenboim, A., and Shoval, N. (Accepted 23.5.2015) Mobility Research in the Age of the Smartphone. *Annals of the Association of American Geographers*.
- Bohte, W. and Maat, K., 2009. Deriving and Validating Trip Purposes and Travel Modes for Multi-Day GPS-Based Travel Surveys: A large-Scale Application in the Netherlands. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 17 (3): 285-97.

Burke, J. A., Estrin, D., Hansen, M., Parker, A., Ramanathan, N., Reddy, S. and Srivastava, M. B. 2006. Participatory Sensing. Los Angeles: UCLA Center for Embedded Network Sensing.

Cheng, Z., Caverlee, J., Lee, K. and Sui, D. 2011. Exploring Millions of Footprints in Location Sharing Services. In *International AAAI Conference on Weblogs and Social Media*.

Elgethun, K., Fenske, R. A., Yost, M. G. and Palcisko, G. J. 2003. Time-Location Analysis for Exposure Assessment Studies of Children Using a Novel Global Positioning System Instrument. *Environmental Health Perspectives* 111 (1): 115–22.

Furletti, B., Cintia, P., Renso, C., & Spinsanti, L. (2013). Inferring Human Activities from GPS Tracks. *Proceedings of the 2nd ACM SIG-KDD International Workshop on Urban Computing, 2013, Chicago, IL*. New York: ACM.

Gaggioli, A., Pioggia, G., Tartarisco, G., Baldus, G., Corda, D., Cipresso, P. and Riva, G. 2011. A Mobile Data Collection Platform for Mental Health Research. *Personal and Ubiquitous Computing* 17 (2): 241–51.

Goodchild, M. F., and Janelle, D. G. 1984. The City around the Clock: Space - Time Patterns of Urban Ecological Structure. *Environment and Planning A* 16 (6): 807–20.

Goodchild, M. F. 2007. Citizens as Sensors: The World of Volunteered Geography. *GeoJournal* 69 (4): 211–21.

Kaplan, E. D. 1996. *Understanding GPS, Principles and Applications*. Norwood MA: Artech House.

Lane, N., Miluzzo, E., Lu, H., Peebles, D., Choudhury, T. and Campbell, A. 2010. A Survey of Mobile Phone Sensing. *IEEE Communications Magazine* 48 (9): 140–50.

Miluzzo, E., Lane, N. D., Fodor, K., Peterson, R., Lu, H. Musolesi, M., Eisenman, S. B., Zheng, X. and Campbell, A. T. 2008. Sensing Meets Mobile Social Networks: The Design, Implementation and Evaluation of the CenceMe Application. In *Proceedings of the 6th ACM Conference on Embedded Network Sensor Systems - SenSys '08*, 337–50. Raleigh, NC: ACM Press.

Miskelly, F. 2004. A Novel System of Electronic Tagging in Patients with Dementia and Wandering. *Age and Ageing* 33 (3): 304–6.

Nielsen. 2012. *Smartphones Account for Half of All Mobile Phones, Dominate New Phone Purchases in the US*. <http://www.nielsen.com/us/en/insights/news/2012/smartphones-account-for-half-of-all-mobile-phones-dominate-new-phone-purchases-in-the-us.html> (last accessed 8 April 2015).

Nold, C. 2009. *Emotional Cartography: Technologies of the Self*. Creative Commons. <http://emotionalcartography.net>.

Noulas, A., Scellato, S., Mascolo, C. and Pontil, M. 2011. An Empirical Study of Geographic User Activity Patterns in Foursquare. In *Proceedings of the Fifth International AAAI Conference on Weblogs and Social Media*, 11: 570–73.

Oliveira, S. M. G., Vovsha, P., Wolf, J., Birotker, Y., Givon, D. and Paasche, J. 2001. Global Positioning System – Assisted Prompted Recall Household Travel Survey to Support Development of Advanced Travel Model in Jerusalem, Israel. *Transportation Research Record* 2246: 16-23.

Pettersson, R. and Zillinger, M. 2011. Time and Space in Event Behaviour: Tracking Visitors by GPS. *Tourism Geographies* 13 (1): 1–20.

Phillips, M. L., Hall, T. A., Esmen, N. A., Lynch, R. and Johnson, D. L. 2001. Use of Global Positioning System Technology to Track Subject's Location During Environmental Exposure Sampling. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology* 11: 207-15.

Raento, M., Oulasvirta, A. and Eagle, N. 2009. Smartphones: An Emerging Tool for Social Scientists. *Sociological Methods & Research* 37 (3): 426–54.

Richardson, D. B., Volkow, N. D., Kwan, M.-P., Kaplan, R. M. Goodchild, M. F. and Croyle, R. T. 2013. Spatial Turn in Health Research. *Science* 339 (6126): 1390–92.

Shen, Y., Kwan, M.-P. and Chai, S. 2013. Investigating Commuting Flexibility with GPS Data and 3D Geovisualization: A Case Study of Beijing, China. *Journal of Transport Geography*, 32: 1–11.

Sheridan, B. (2009) 'A Trillion Points of Data', *Newsweek*, March 9, 32-35.

Shoval, N., Auslander, G. K., Freytag, T., Landau, R., Oswald, F., Seidl, U., Wahl, H. W., Werner, S. and Heinik, J. 2008. The Use Of Advanced Tracking Technologies for the Analysis of Mobility in Alzheimer's Disease and Related Cognitive Diseases, *BMC Geriatrics*, 8 (1): 7.

Shoval, N. and Isaacson, M. 2006. Application of Tracking Technologies to the Study of Pedestrian Spatial Behavior. *The Professional Geographer* 58 (2): 172–83.

Shoval, N. and Isaacson, M. 2007. Sequence Alignment as a Method for Human Activity Analysis in Space and Time. *Annals of the Association of American Geographers* 97 (2):282–97.

Shoval, N. and Isaacson, M. 2010. *Tourist Mobility and Advanced Tracking Technologies*. New York: Routledge.

- Shoval, N., Kwan, M.-P. Reinau, K. H. and Harder, H. 2014. The Shoemaker's Son Always Goes Barefoot: Implementations of GPS and Other Tracking Technologies for Geographic Research. *Geoforum* 51: 1–5.
- Shoval, N. 2008. Tracking Technologies and Urban Analysis. *Cities* 25 (1): 21–28.
- Silm, S., and Ahas, R. 2014. Ethnic Differences in Activity Spaces: A Study of Out-of-Home Nonemployment Activities with Mobile Phone Data. *Annals of the Association of American Geographers* 104 (3): 542–59.
- Terrier, P. and Schutz, Y. 2005. How Useful is a Satellite Positioning System (GPS) to Track Gait Parameters? A Review. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* 2: 28.
- Thornton, P. R., Williams, A. M. and Shaw, G. 1997. Revisiting Time-Space Diaries: An Exploratory Case Study of Tourist Behaviour in Cornwall, England. *Environment and Planning A* 29 (10): 1847–67.
- Wilson, C. 1998. Activity Pattern Analysis by Means of Sequence-Alignment Methods. *Environment and Planning A* 30 (6): 1017–38.
- Wilson, C. 2008. Activity Patterns in Space and Time: Calculating Representative Hägerstrand Trajectories. *Transportation* 35: 485–99.
- Wolf, J., Guensler, R. and Bachman, W. 2001. Elimination of the Travel Diary: Experiment to Derive Trip Purpose from Global Positioning System Travel Data. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 1768: 125–34.
- World Bank, The. 2014. *World Development Indicators* 2014. <http://data.worldbank.org/products/wdi>.
- Xia, J., Arrowsmith, C., Jackson, M. and Cartwright, W. 2008. The Wayfinding Process Relationships between Decision-Making and Landmark Utility. *Tourism Management* 29: 445–57.
- Zhao, Y. 1997. *Vehicle Location and Navigation Systems*, Norwood MA: Artech House.

יישום של Big Data מרחבי לחישוב והערכת הנגישות לתחבורה ציבורית בעיר תל-אביב-יפו

ערן בן-אליא, יצחק בננסון, יודן רופא, אלי ספרא ודימיטרי גיזורסקי

תקציר

נגישות, בעיקר לתחבורה ציבורית מהווה נדבך חשוב במדיניות תחבורה מקיימת. מרבית המדדים להערכת נגישות בספרות מבוססים על רזולוציה מרחבית גסה יחסית של שכונות או אזורי תנועה. באמצעות כלי חדש מבוסס ממי"ג, אנו מראים כיצד ניתן להעריך נגישות מבית לבית, הדומה יותר לתפיסת האדם את הניידות במרחב. אנו מחשבים את הנגישות היחסית בין רכב פרטי לתחבורה ציבורית על בסיס זמני ומסלולי הנסיעה, כולל זמני הליכה והמתנה בתחנות. כל זאת ברזולוציה מרחבית של בניין בודד. היישום מנצל את התכונות המתמטיות של בסיס נתונים מבוסס גרף לצורך בניית מפות נגישות ברמת רזולוציה גבוהה לכל עיר במטרופולין תל-אביב. אנו מראים את היישום עבור ניתוח של הנגישות בעיר תל-אביב-יפו והשוואת הנגישות היחסית לפני ואחרי הרפורמה ברשת התחבורה הציבורית של 2011. התוצאות מראות כי ללא התחשבות ברזולוציה הגבוהה לא ניתן לבצע הערכה נכונה ולא מוטה של תרומת הרפורמה לנגישות בגלל רמת השונות הגבוהה בתוך אזורי התנועה. בנוסף אנחנו מראים כי היישום מאפשר חישוב של שוויוניות בנגישות באמצעות מדדי שוויוניות. אלו מראים כי הרפורמה תרמה להעלאת הנגישות הממוצעת לנסיעות בעיר תל-אביב-יפו, ושיפור קל בשוויוניות, בעיקר עבור משכי נסיעה ארוכים יותר.

מבוא

המושג נגישות (accessibility) משמש במספר תחומים מדעיים כגון תכנון תחבורה, תכנון עירוני, וגאוגרפיה. בצורתה הפשוטה, נגישות מוגדרת כיכולת של האדם להגיע ליעדים הכרחיים ורצויים באמצעות אמצעי הנסיעה הקיימים במערכת התחבורה (Geurs and Ritsema van Eck, 2001; Garb, 1997; Handy, 2002; and Levine, 2002). בספרות המדעית הבין-לאומית שיפור הנגישות נחשב כקריטריון מרכזי להערכת האיכות של מדיניות תחבורה ופיתוח שימושי הקרקע (Kenyon et al., 2002; Bristow et al., 2009). זאת בניגוד למקובל בפרקטיקה התכנונית שבה אפשר הניידות, קרי חסכון בזמני הנסיעה ובעלויות תפעול כלי הרכב מהווים מדדים להצלחת תכנון התחבורה. מדדי נגישות משמשים להערכת התרומה של השקעות בתשתית תחבורתית לניידות של אנשים וסחורות ומכאן לפעילות כלכלית יעילה. נגישות היא אמת מידה חיונית להערכת שלושת עמודי התמך של פיתוח בר-קיימא: פיתוח כלכלי, איכות הסביבה ושוויוניות חברתית (Bruinsma, Nijkamp et al., 1990; Bertolini, 2005; Kwok and Yeh 2004; Feitelson, 2002). נגישות,

לפיכך, משמשת כאינדיקטור להיקף שבו כלל הקבוצות באוכלוסייה יכולות להשתתף בפעילויות הנחשבות נורמליות לחברה כגון גישה למקומות עבודה ולשירותים חיוניים (Farrington and Farrington, 2005; Martens, 2012; Lucas, 2012). בכל הממדים הללו, נגישות היא אמת מידה חשובה למדיניות תכנון מרחבי, ומדדי נגישות חשובים לשם תכנון עירוני ומדיניות תחבורה מתאימים.

למרות שאין חולקים על חשיבות ההתייחסות לנגישות ביעדי תכנון ומדיניות עירוניים, בהיעדר הגדרה ברורה, לעיתים קרובות, קיימת חוסר הבנה, ושגיאות במדידתה. הספרות מציגה מגוון רחב של גישות למדידת נגישות. גישות אלו שונות זו מזו בחישוב מרחקי או זמני הנסיעה, השילוב וההשוואה בין אמצעי הנסיעה השונים, קנה המידה המרחבי של הניתוח ומידת ההתחשבות בפירוט רשת הדרכים והתחבורה הציבורית. בשל הבדלים אלו, נהוג לאפיין את ממדי הנגישות בצורה רחבה לשתי קטגוריות – מדדים מבוססי מיקום ומדדים מבוססי נוסע. (Geurs and van Wee, 2004), מגדירים ארבעה מדדים חופפים במידה מסוימת: מדדים מבוססי תשתית (מהירות ממוצעת על הרשת); מדדים מבוססי מיקום (מספר מקומות העבודה ברדיוס של 30 דקות נסיעה), מדדים מבוססי פרט (מספר הפעילויות בהם בן אדם יכול לקחת חלק בפרק זמן נתון) ומדדים מבוססי תועלת (התועלת הכלכלית הנובעת מנגישות למקום). הגדרה פחות חופפת מציעים Liu and Zhu (2004): מדדים מבוססי הזדמנות על בסיס מספר היעדים שניתן להגיע במרחק או בזמן נתונים (לדוגמה: Mavoa et al., 2011; Benenson et al., 2012; O'Sullivan et al., 2000; Witten et al., 2003; 2011; Ferguson et al., 2008; Martin et al., 2013). מדדים מבוססי פוטנציאל (למשל: Alam et al., 2010; Grengs et al., 2010; Minocha et al., 2008); מדדים מבוססי תועלת הקושרים נגישות עם עודף הצרכן ותועלות המשתמשים בתחבורה (למשל: Ben-Akiva and Lerman, 1979; Neutens et al., 2010; Miller, 1999). מדדים המבוססים על טווח ותדירות הפעילויות שיכול אדם לבצע תחת אילוץ מרחב-זמן (למשל: Neutens et al., 2010; Miller, 1999).

העניין הגובר בקשר בין פיתוח בר קיימא וניידות מחזק את הצורך בהערכה של הנגישות בתחבורה ציבורית (Kaplan et al., 2014; Tribby and Zandbergen, 2012; Martin et al., 2008; O'Sullivan et al., 2000). נגישות היא בעיקרה מדד יחסי. הפער בין נגישות ברכב פרטי ובתחבורה ציבורית מעיד על מידת התלות ברכב פרטי במרחב העירוני (Benenson et al., 2011; Ferguson et al., 2013; Grengs et al., 2010; Mao and Nekorchuk, 2013; Mavoa et al., 2012; Blumenberg and Ong, 2001; Hess, 2005; Martin et al., 2008; Kawabata, 2009; Salonen and Toivonen, 2013). התוצאה של מחקרים רבים היא חד משמעית, במרבית המקרים רמת הנגישות בתחבורה ציבורית נמוכה יותר משמעותית לעומת הרכב הפרטי.

יחד עם זאת, למרות מגוון רחב של מדדים, הספרות אינה מספקת הדרכה מספקת כיצד לבחור ולהפעיל את המדדים השונים בתכנון וניתוח מדיניות. יתר על כן, קיים פער בין תפיסתה הפיזי-פיננסית של הנגישות המוצגת בספרות, כדבר שניתן לשיפור או פתרון דרך תכנון או תמחור נכונים, לבין האופן שבו בני אדם, תושבי העיר, תופסים את חוויות הניידות היומיומיות שלהם. נקודה זו הוצגה היטב על ידי Kwan (1999: 210): "חוויות הנגישות

של אנשים בחיי היומיום שלהם הינן בדרך כלל מורכבות הרבה יותר ממה שניתן למדוד עם מדדי נגישות קונבנציונליים" (תרגום המחברים).

חסרון בולט של המאמצים הקודמים להעריך את הנגישות, הוא התאמת הרזולוציה המרחבית של הניתוח לקנה המידה שבו בדרך כלל בני אדם מקבלים החלטות על ניידותם, קרי מעבר ממבנה אחד במוצא למבנה אחר ביעד תוך כדי ניווט דרך סבך מערכת התחבורה, המורכבת מאמצעי נסיעה שונים, קווים ותחנות. עד עתה לא היה ניתן ליצור מודל תחבורתי ברזולוציה בה בני אדם מקבלים החלטות משתי סיבות עיקריות, האחת חוסר קשר בין נתוני רשתות הדרכים ותחבורה ציבורית לבין המבנים בהם נמצאים הנוסעים הפוטנציאליים, והשנייה מגבלות על אפשרויות החישוב של הכמות העצומה של המסלולים האפשריים בין מבנים בתוך אזור עירוני. כתוצאה מכך, הנגישות הוערכה בצורה מרחבית אגרסיבית ויחסית גסה – ברמת מרחב מקומית (Ivan et al., 2013), אזורי בחירה (Karner and Niemeier, 2013), אזורי תנועה (Black and Conroy, 1977; Shen, 1998; Bhandari et al., 2009; Ferguson et al., 2013; Foth et al., 2013; Rashidi and Mohammadian, 2011; Haas et al., 2008; Burkey, 2012; Lao and Liu, 2009; Grengs et al., 2014; Kaplan et al., 2010), או שכונות (Witten et al. 2011). הניתוח האגרסיבי מניח שנקודות המוצא והיעד הן מרכזי האזורים, ובסופו של דבר התוצאה היא מפת מדדי נגישות לא רציפה הדומה יותר לשמיכת טלאים, שבה רמת הנגישות משתנה באופן חד בגבול בין שני אזורים שכנים. זאת למרות שמבחינה מעשית אין הבדל מהותי במעבר של אותו גבול. יתר על כן, כיוון שבדרך כלל גבולות האזורים הם הרחובות הראשיים, שבהם נוסעים בדרך כלל רוב אמצעי התחבורה הציבורית, סוג זה של ניתוח מחמיץ את הפער בין אזורים הקרובים לרחובות הראשיים ואלו המרוחקים מהם. רק מחקרים מעטים ניסו ליצור מודל נגישות ברמה של חלקות, וגם אם עשו זאת, אזי את התוצאות איחדו לצורכי הניתוח הכמותי (Mavoa et al. 2012; Tribby and Zandbergen, 2012; Welch 2013; Salonen and Toivonen, 2013).

בעוד שעבור ניתוח של הנגישות ברכב פרטי, ניתוח מצרפי עשוי להספיק, הרי שעבור ניתוח של נגישות בתחבורה ציבורית, ניתוח מצרפי נוטה להערכת חסר או הערכת יתר של הנגישות. יתר על כן, מרכיבים חשובים בנגישות בתחבורה ציבורית כגון זמני הליכה לתחנות עליה ומתחנות ההורדה ובין תחנות בעת החלפת קו יחד עם זמני ההמתנה, אינם נלקחים בדרך כלל בחשבון בצורה מפורשת בניתוח מצרפי בחישוב של זמן הנסיעה הכולל מדלת לדלת.

ניתוח מרחבי מפורש ברזולוציה גבוהה יוצר אילוצים חישוביים משמעותיים. מטרופולין טיפוסי, עם אוכלוסייה של כמה מיליוני תושבים, יכול לכולל בין חצי-מיליון למיליון מבנים. דבר המצריך חישוב של מאות מיליוני צמדי מוצא-יעד. הנסיעות עצמן כוללות עיבוד של מאות אלפי קטעי רחובות ומאות קווי תחבורה ציבורית (Benenson et al., 2010; 2011). לפיכך, החישובים דורשים עיבוד של היקפי מידע גולמי עצומים (ומכאן הצורך בטכנולוגיות של Big Data). לדוגמה במטרופולין תל-אביב יש אוכלוסייה של 2.5 מיליון תושבים, בערך 300 אלף מבנים ולמעלה מ-300 קווי אוטובוס. עד לא מזמן, הניסיון לנתח את הנגישות ברמה זו של נתונים היה עקר, ולא הייתה ברירה אלא לבצע אגרסיה של הנתונים. אולם, התפתחויות באלגוריתמים לעיבוד

מידע מעל בסיסי נתונים מבוססי גרף יחד עם מחשוב מקבילי, מהווים פתרון אפשרי לבעיה (Buerli, 2012).

במאמר זה, אנו עושים שימוש ביישום חדש מבוסס ממ"ג בשם CTgraph. מאפשר חישובי נגישות ברזולוציה של מבנים במהירות רבה. היישום מנצל את נתוני הממ"ג ברזולוציה גבוהה, ומספק הערכות מדויקות בזמן ובמרחב של הנגישות בתחבורה הציבורית. לפיכך, ניתן להעריך את מערכת התחבורה בכל מקום ולכל שעות היום. היישום מממש את העקרונות שהוצעו על ידי Benenson et al. (2011), ואת הפיתוחים האחרונים של (Benenson et al., 2014).

יתר המאמר מאורגן בצורה הבאה: בחלק 2, מוצגת הגישה האנליטית ששימשה לחישובי הנגישות, חלק 3 מציג את עקרונות היישום CTgraph, חלק 4 מציג את הפעלת CTgraph להערכת הנגישות היחסית בתחבורה ציבורית בעיר תל-אביב-יפו והשוואה בין הנגישות לפני ואחרי הרפורמה ברשת התחבורה הציבורית ב-2011. חלק 6 מנתח את השוויוניות בנגישות ובוחן מי נהנה מהשינוי שיצרה הרפורמה חלק 6 מסביר, מדוע יש לדעתנו הצדקה לבצע את ניתוחי הנגישות ברמת רזולוציה גבוהה ולא להסתפק רק ברזולוציה של ניתוח סטטיסטי קונבנציונלי על בסיס אזורי תנועה. חלק 7, מסכם ומציע רעיונות להמשך המחקר ולפרקטיקת המתכננים.

הגישה האנליטית להערכת נגישות

נגישות היא פונקציה של שלושת המרכיבים של המערכת העירונית:

- התפלגות מרחבית של שימושים עירוניים כמו מקומות העבודה, בילויים ופעילויות אחרות, צפיפות ומאפיינים סוציו-כלכליים של האוכלוסייה;
- מערכת התחבורה הכוללת את רשת הדרכים, אמצעי הנסיעה, זמן, עלות ועכבת הנסיעות, אל ומכל מקום במרחב המטרופוליני;
- הרצון של המשתמשים לבצע נסיעות ממקומות המגורים לשאר הפעילויות.

אילו חוקי הפעולה של שלוש המערכות היו ידועים, ניתן היה לשחזר מערכת קו-אבולוציונית עירונית בה שימושי הקרקע והתחבורה מתאימים עצמם באופן הולם יותר ל פריסתם המרחבית של המשתמשים ולצרכיהם השונים (למשל לאנשים עם מגבלות ניידות). אולם, כל מערכת יש קצב השתנות והסתגלות שונה מרעותה. מתאר הרחובות, המבנים ושימושי הקרקע משתנים בקצב איטי – לאורך שנים בתגובה לשינויים תרבותיים, דמוגרפיים, כלכליים ותשתיות התחבורה. לכן בהקשר של מחקר זה אנו מניחים כי אלו קבועים באופן יחסי. מנגד, הנוסעים - תושבי העיר - מגיבים במהירות יחסית, לכל שינוי שחל בתחבורה או בשימושי הקרקע. יחד עם זאת, קשה לנבא את ההתנהגות של הנוסעים הבודדים, הפועלים לעיתים בצורה לא רציונלית ולא צפויה בתנאי אי-וודאות תמידית ובתגובה למידע חלקי (Ben-Elia and Avineri, 2015). לפיכך, במחקר זה אנו מתייחסים ואומדים את הנגישות כמייצגת את שיקולי הניידות הפוטנציאלית (potential mobility) של הנוסעים ולא חוזים את החלטותיהם או תנועותיהם המפורשות במרחב-זמן, כפי שמקובל בקרב מתכנני התחבורה. הואיל ומערכת התחבורה רגישה יותר לשינויי מדיניות ולהשקעות בתשתיות לעומת שימושי הקרקע. בחרנו

לעסוק בשלב זה, באומדן הנגישות הפוטנציאלית (potential accessibility), כאשר הכוונה היא לאילו פעילויות או שימושים, כגון מספר מקומות העבודה, ניתן להגיע בפרק זמן נתון מכל מקום במרחב. מדד זה מהווה מעין אומדן לשיוויון ההזדמנויות המרחבי. לאור זאת, אנו מתמקדים בהערכת ההשלכות של שינויים בתת-מערכת זו על פוטנציאל הנגישות של התושבים לשימושי קרקע קבועים. רצוי כמובן גם לבחון את המשמעות של בחינת הנגישות על פי הביקוש בפועל לנסיעות (על בסיס מטריצת מוצא-יעד או מתוך סקר הרגלי נסיעה). זהו מדד שונה בתכלית מהנגישות הפוטנציאלית, המבטא את תפוצת הנסיעות בפועל - או ליתר דיוק את זמני הנסיעה ושעות הנוסע. את זאת, אנו משאירים זאת להמשך המחקר בתחום.

מלבד ההתמקדות בנגישות הפוטנציאלית, אנו מתייחסים לנגישות כאל מדד יחסי - קרי, הערך הנצבר של שימוש קרקע או פעילויות מסוים (מספר מקומות עבודה, שטח מסחרי וכו') אילו יכול נוסע להגיע בפרק זמן נתון (למשל 30 דקות נסיעה) תוך שימוש באמצעי נסיעה נתון (בדרך כלל תחבורה ציבורית ורכב פרטי, אולם ניתן להרחיב את המסגרת גם לאופניים ולהליכה ברגל). לאחר שחושה הנגישות הפוטנציאלית עבור אמצעי נסיעה מסוים, אנו מחשבים את הנגישות היחסית (פי כמה הפוטנציאל בתחבורה ציבורית שונה לעומת הרכב הפרטי). הואיל וכמעט ברוב המצבים, לרכב הפרטי תהיה נגישות פוטנציאלית גבוהה יותר מאשר לתחבורה הציבורית, מכאן החשיבות שהניתוח יכלול התייחסות מפורשת ליחס בין רכב פרטי ותחבורה ציבורית באומדן הנגישות.

אנו מיישמים את מדדי הנגישות הפוטנציאלית ברזולוציה מרחבית גבוהה של בניין בודד, כפי שהציעו Benenson et al (2011). מדדים אלו מבוססים על הערכה מדויקת של זמני הנסיעה ממוצא ליעד ומוגדרים לאמצעי נסיעה נתון. בנוסף, אומדני הנגישות מתבססים על שני מושגים - אזורי גישה (Access Area) ואזורי שירות (Service Areas): נגדיר את MTT כזמן נסיעה באמצעי M(ode) ואת S(space) כמרחב התכנון.

אזור גישה: בהינתן מוצא O, אמצעי M וזמן נסיעה t, נגדיר את אזור הגישה באמצעי M כ: $MAA_O(t)$ - מספר מספר מבני היעד D שניתן להגיע אליהם ממוצא O באמצעי M בזמן $MTT \leq t$.

אזור שירות: בהינתן יעד D, אמצעי נסיעה M וזמן נסיעה t, נגדיר את אזור השירות באמצעי M כ: $MSA_D(t)$ - מספר מבני המוצא O שמהם ניתן להגיע ליעד D באמצעי M בפרק זמן של $MTT \leq t$.

חשוב לציין שהנגישות תלויה בהגדרות של אזור התכנון S וככל שמוצא או יעד מסוימים נמצאים קרוב לגבולות של S, כך גדל הסיכון לסטייה של האומדן, הואיל ונקודות היעד או המוצא נמצאות מחוץ לגבולות של S, אינם נכללות בניתוח. כדי להימנע ממצב זה, רצוי שהגדרת השטח S, לא תחתוך את המרקם הרציף של התנועות בין נקודות מוצא ויעד. בתחום תכנון התחבורה נהוג לפצות על בעיה זו באמצעות הוספת נסיעות חיצוניות לנסיעות הקיימות במטריצת הביקוש. כאשר מדובר על פוטנציאל, פתרון זה לא ישים. לכן בהמשך, אנו בוחנים את הנגישות הפוטנציאלית מאזורי מוצא במרחב העיר תל-אביב יפו לאזור יעד בשאר המטרופולין, באופן שאף נסיעה מעבר לפרק זמן של 45 ד' לא תחרוג מגבול המטרופולין, המוגדר כמרחב התכנון במחקר. חשוב לציין כי ראיית הנגישות כמושג יחסי, מקטינה במידה מסוימת את

בעיית קביעת הגבולות שתוארה לעיל, מאחר שגם אם נחתכות תנועות מסוימות, לא צפוי שינוי משמעותי ביחסים בין רכב פרטי לתח"צ. זאת מאחר שהגבלה של אזור התכנון משפיעה על כל נסיעות ללא קשר לאמצעי הנסיעה (Mode). אם, למשל, נקודת המוצא נמצאת בגבול האזור אז נסיעות מעבר לגבול לא נלקחות בחשבון באף אחד מהאמצעים ואז היחס ביניהם עדיין משקף יתרונות או חסרונות יחסיים, במיוחד כשהנסיעות לא מוגבלות על ידי הגבול שבו נמצאים נקודות מוצא אלא על ידי אזור גדול בהרבה כגון העיר תל-אביב-יפו מול מטרופולין תל-אביב כולו כפי שנעשה במאמר זה. ברם, מאמר זה לא נכנסו לפרטים נוספים, הקשורים להגבלת אזור התכנון והתייחסנו לכל מדד נגישות כמדד מוחלט או יחסי בתוך האזור הנתון.

כפי שנאמר לעיל, במחקר זה אנו מתמקדים באומדן הנגישות ברכב פרטי ובתחבורה הציבורית. לפיכך, אנו מחשבים לאזורי גישה ולאזורי שירות את הנגישות היחסית בין תחבורה ציבורית לרכב פרטי כדלקמן:

בהינתן מוצא O , היחס בין אזורי הגישה תחבורה ציבורית לאזור הגישה ברכב פרטי הוא:

$$AA_O(t) = BAA_O(t)/CAA_O(t) \quad (1)$$

בהינתן יעד D , היחס בין אזור השירות בתחבורה ציבורית לאזור השירות ברכב פרטי הוא:

$$SA_D(t) = BSA_D(t)/CSA_D(t) \quad (2)$$

את משוואות (1) ו-(2), ניתן בקלות גם להגדיר לכל סוג של יעד (k) מתוך כלל נקודות יעד D_k או מוצא O_k . כמו כן ניתן לקחת בחשבון את הקיבולות השונות באזור הגישה (למשל מספר מקומות העבודה בתעשיות עתירות ידע, מספר מקומות העבודה עם שכר מיינום) או השירות (מס. דירות במחיר בר השגה, או מספר הקשישים באזורי השירות מבתי חולים וכדומה).

יישום

בעוד שיישומים אחרים המשמשים בתכנון תחבורה יכולים לבצע הערכת נגישות ברמת אזור תנועה, ניתוח ברמת מבנים דורש יישום מיוחד. היישום שפותח במסגרת מחקר זה - CTGraph - עושה שימוש חדשני בבסיס נתונים מבוסס גרף הפועל על אלגוריתם במחשוב מקבילי (Buerli, 2012; Crauser et al, 1998). התוצאות מוצגות במפות אינטראקטיביות אותן ניתן לייצא לכל תוכנת GIS.

- נתוני קלט ופלט

בסיס הנתונים הנדרש כולל:

- שכבה של דרכים עם המאפיינים לבנייה של הרשת (קטעים, מוקדים ואיסורי פניה)
- שכבה של תחנות התחבורה הציבורית מכל הסוגים: רכבת, מטר, רק"ל, אוטובוסים
- טבלת לוחות זמנים ליציאה והגעה של כל קו בכל אמצעי תחבורה הציבורית לכל אחת מהתחנות לאורך המסלול שלו (בזמנים מוחלטים או תדירויות)

- שכבה של נקודות מוצא ויעד כולל קיבולות : מבנים ושימושי הקרקע שלהם : מגורים, מסחר, משרדים, תעשייה, פארקים ונופש. אלו מאפשרים חישוב של הנגישות לפי שימושי קרקע ספציפיים בהתחשב במספר התושבים בהם או המועסקים בהם.

את נתוני התח"צ ניתן לקחת מקבצי GTFS של Google Transit. GTFS (General Transit Feeder Specification) זו חבילת קבצים, שניתן להוריד מאתר Google במספר רב של מדינות. הקבצים כוללים נתונים על מסלולי קווים, לוחות זמנים של כל קו בכל תחנה ומיקום של תחנות. בישראל, נתונים אלו נאספים עבור משרד התחבורה, ובכל עת שמתעדכן לוח זמנים או קו כלשהם, יוצאת גרסה חדשה לרשת.

לפני הרצת המודל על המשתמש לקבוע פרמטרים שונים : מרחקי הליכה מקסימליים, זמני המתנה מקסימליים, פרק זמן של התחלת הנסיעה, משך הנסיעה מקסימלי, אלו מפורטים בטבלה 1.

טבלה 1: פרמטרים בסיסיים לניתוח נגישות בתחבורה ציבורית

פרמטר	ערך
מרחק הליכה מקסימלי לתחנה (לפי קו אווירי)	400 מ'
פרק זמן שהנוסע יכול לעלות על האוטובוס/רכבת	בין 7:15 - 7:30
מעברים בין קווים	מותרים
מרחק הליכה מקסימלי בין תחנות למעבר בין קווים	200 מ'
זמן מקסימלי של המתנה לאוטובוס/רכבת בתחנת המעבר	10 דק'
משך נסיעה מקסימלי (כולל ההליכה ממוצא לתחנה ומתחנה ליעד)	45 דק'
זמן הליכה מנקודת מוצא לחניה	0 דק'
זמן חיפוש חניה והליכה מחניה ליעד	5 דק'

הפלט של המודל כולל סדרה של מפות נגישות ברזולוציה גבוהה לכל יחידה מרחבית והטבלאות ותרשימים התואמים.

- תרגום רשתות התחבורה לגרף

ביישום נעשה שימוש בבסיס נתונים מסוג גרף (Graph database). רשתות הדרכים והתחבורה הציבורית מתורגמות לגרף מכוון (directed graph). רשת הדרכים מתורגמת בצורה סטנדרטית : צמתים למוקדים, מקטעי רחובות לקטעים (קטעים דו כיווניים מתורגמים לשני קטעים נפרדים) וזמני נסיעה ממוצעים לעכבה. כדי לקבל גרף מלא אנו קושרים בגרף את כל המבנים לצמתי הרחובות הקרובים אליהם, כאשר העכבה כאן היא זמן ההליכה למקום החניה של הרכב הפרטי

זמן נסיעה ברכב פרטי (CTT) מחושב בצורה הבאה :

זמן הליכה מבניין המוצא לחנייה + זמן נסיעה ברכב + [זמן חיפוש חנייה] + זמן הליכה מנקודת החניה ליעד

מסלול הנסיעה של הרכב הפרטי, נקבע דטרמיניסטית לפי המסלול הקצר בזמן בין מוצא ליעד על פי האלגוריתם של Dijkstra (1959). בשלב זה המודל שלנו אינו מתחשב בזמני גודש, אלא מקבל כקלט חיצוני את זמני הנסיעה

הממוצעים בכל אחד מקטעי הרשת ולפי זמן זה מחשב את המסלול הכי קצר מבניין לבניין. בהיעדר נתונים אחרים, זמן חיפוש החנייה וההליכה ליעד נקבע כ-5 דק'.

זמן נסיעה בתחבורה הציבורית (BTT) מחושב בצורה הבאה:

זמן הליכה ממוצא לתחנה 1# + זמן המתנה לקו 1# + זמן נסיעה בקו 1# + [זמן הליכה למעבר לקו 2# + זמן המתנה לקו 2# + זמן נסיעה בקו 2# + [מרכיבי מעבר לקוים נוספים] + זמן הליכה מתחנה סופית ליעד. סוגריים מרובעים מתייחסים למרכיבים אופציונליים.

מסלול הנסיעה נקבע באופן דטרמיניסטי לפי לוחות הזמנים הרשמיים של הקווים השונים (או התדירות במקרה של חיזוי לעתיד) והמסלול ממוצא ליעד נבחר לפי המסלול הקצר ביותר בזמן הכולל מדלת לדלת. מאחר שאנו לא בוחנים את ההתנהגות הפרטנית של הנוסעים, איננו מסתכלים על התפלגות בין מספר אפשרויות נסיעה כפי שמקובל במודלים של תכנון תחבורה ציבורית.

בתוך החישוב כלולות מספר הנחות ביחס למספר המעברים וזמני ההליכה המקסימליים שאותם מוכן הנוסע הממוצע לקבל. הגרף של התחבורה הציבורית (TGraph) תלוי בלוחות הזמנים ולכן בנוי עבור חלון זמנים נתון. בהינתן קווי התח"צ, תחנות ולוח זמנים, מוקד N של גרף תחבורה ציבורית מוגדר כרביעייה (quadruple) הכוללת את מספר הקו (PT_LINE_ID), זמן היציאה מנקודת המוצא של הקו (TERMINAL_DEPARTURE_TIME), מספר התחנה (STOP_ID), זמן ההגעה לתחנה (STOP_ARRIVAL_TIME). כך:

$$N = \langle PT_LINE_ID, TERMINAL_DEPARTURE_TIME, STOP_ID, STOP_ARRIVAL_TIME \rangle$$

שני מוקדים N1 ו-N2 של גרף התח"צ

$$N1 = \langle PT_LINE_ID1, TERMINAL_DEPARTURE_TIME1, STOP_ID1, STOP_ARRIVAL_TIME1 \rangle$$

וגם

$$N2 = \langle PT_LINE_ID2, TERMINAL_DEPARTURE_TIME2, STOP_ID2, STOP_ARRIVAL_TIME2 \rangle$$

מחוברים על ידי קטע L12 בשני מקרים: כאשר כלי רכב של אותו קו תח"צ נע מ-STOP_ID1 ל-STOP_ID2, כלומר: $PT_LINE_ID1 = PT_LINE_ID2$ וגם: $TERMINAL_DEPARTURE_TIME1 = TERMINAL_DEPARTURE_TIME2$. וכן: STOP_ID2 עוקב אחרי STOP_ID1 על קו PT_LINE_ID1 ואז: העכבה על הקטע L12 שווה במקרה זה ל-STOP_ID1. $STOP_ARRIVAL_TIME1$ ו- $STOP_ARRIVAL_TIME2$ יכול להחליף קו בין N1 ל-N2 – ירידה מכלי הרכב בתחנה STOP_ID1 ועליה על קו אחר בתחנה STOP_ID2. מעבר יכול להתרחש אם זמן ההליכה W12 בין STOP_ID1 ל-STOP_ID2 קטן או שווה לזמן ההליכה המקסימלי שהוגדר בפרמטרים (WALKMAX), וכן אם הזמן בין עצירת הקו הראשון בתחנה (STOP_ARRIVAL_TIME1) לעצירת הקו השני בתחנה 2 (STOP_ARRIVAL_TIME2) גדול או שווה מזמן ההליכה בין התחנות (W12), וקטן או שווה מזמן ההליכה בין התחנות וזמן ההמתנה המקסימלי שהוגדר

בן אליא ואחרים : הערכת נגישות לתחבורה ציבורית באמצעות יישומי ביג דאטה

בפרמטרים ($WAIT_{max}$) זמן ההליכה מחושב לפי מהירות הליכה קבועה של 3.6 קמ"ש.

$$W12 \leq WALK_{max}$$

וגם: $W12 \leq STOP_ARRIVAL_TIME2 - STOP_ARRIVAL_TIME1 \leq W12 + WAIT_{max}$

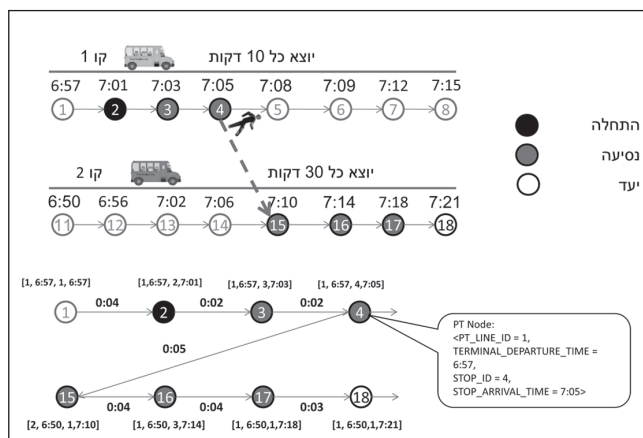
על מנת לקבל גרף מלא, אנו מרחיבים את TGraph כדי שיכלול את כל המבנים והחיבורים בין המבנים ותחנות התחבורה הציבורית הקרובות אליהם. בשני המקרים כל מבנה B מוגדר כמוקד המחובר למוקד תחנה N אם זמן ההליכה ממנו קצר מ- W_{max} . העכבה בין B ל-N שווה לזמן ההליכה ביניהם. ב-TGraph, מוקד B מחובר למוקד N:

$N = \langle PT_LINE_ID, TERMINAL_DEPARTURE_TIME, STOP_ID, STOP_ARRIVAL_TIME \rangle$

בתלות בשעת היציאה מנקודת המוצא T_{start} אם זמן ההליכה ביניהם קטן לפחות מ- $WALK_{max}$ וגם:

$$T_{start} + WALK_{max} < STOP_ARRIVAL_TIME < T_{start} + WALK_{max} + WAIT_{max}$$

תחנה N מחוברת למבנה B אם זמן ההליכה ביניהם קטן לפחות מ- $WALK_{max}$. העכבה של קטע בין מוקד B ל-N על גרף תח"צ שווה לזמן ההליכה בין B ל-N וזמן ההמתנה להגעת הקו לתחנה. העכבה של קטע בין מוקד N ל-B היא רק זמן ההליכה מהתחנה למבנה. איור 1 מציג תיאור של נסיעה טיפוסית בתחבורה ציבורית ממוצא ליעד בסדרה של מקטעים מחוברים.



איור 1: תיאור סכימטי של תרגום נסיעה בתח"צ לגרף

חקר אירוע: השפעת הרפורמה בתח"צ על הנגישות בתל-אביב-יפו

את השיטה אנו מיישמים לבחינת הנגישות מכלל המבנים ברחבי העיר תל-אביב-יפו (המוצאים) לכלל המבנים במטרופולין (היעדים) תחת שני תרחישים: לפני הרפורמה של התחבורה הציבורית ב-2011 ולאחריה. במסגרת הרפורמה שונו מתארי הקווים ברחבי המטרופולין, בוטלו קווים ונוספו קווים חדשים.

איור 2 מציג את הנגישות למקומות עבודה במטרופולין בשעת שיא בוקר בחתכי נסיעה של 15, 30 ו-45 דקות נסיעה ברכב פרטי. איור 3 מציג את הנגישות למקומות עבודה במטרופולין בשעת שיא בוקר לפני הרפורמה בחתכי נסיעה של 15, 30 ו-45 דקות נסיעה בתחבורה הציבורית. איור 4 מציג את אותם נתונים למתאר הקווים לאחר יישום הרפורמה.

איורים 5 ו-6 מציגים את הנגישות היחסית (היחס בין מס' מקומות העבודה הנגשים בתחבורה ציבורית לעומת רכב פרטי) לפני הרפורמה ולאחריה. איור 7 מציג את ההפרשים בנגישות היחסית בין שני התרחישים.

ניתן לראות מהמאיורים, כי השפעת הרפורמה היא בעיקרה חיובית ככל שמשך הנסיעה עולה, הנגישות היחסית משתפרת, כך שב-45 דקות כמעט בכל רחבי תל-אביב-יפו ישנה נגישות יחסית גבוהה של יותר מ-0.5 (כלומר מספר מקומות העבודה הנגשים מת"א בתח"צ הוכפל). אולם השיפור אינו אחיד על פני כל העיר וישנם אזורים שבהם הנגישות ירדה יחסית. יש לציין שעם הגידול באורך הנסיעה אזורים שבהם הרשת החדשה לא הביאה לשיפורים בנגישות הולכים ומצטמצמים. הסיבה לכך, בנוסף לעליה בשיעור זמן נסיעה בתוך כלי הרכב וירידה בשיעור זמן הליכה בזמן הכולל של הנסיעה, היא עליה בשיעור הנסיעות עם מעבר מקו לקו.

טבלה 2 מסכמת את השינויים בנגישות היחסית בהתאם לזמני הנסיעה בשעה 07:15. מן הטבלה עולה כי הנגישות היחסית אכן השתפרה וכי השיפור הגדול ביותר הוא עבור נסיעות ארוכות יותר.

טבלה 2: שינויים בנגישות היחסית בחתכי זמן שונים: סטטיסטיקה תיאורית

משך הנסיעה בדקות	45	30	15
ממוצע השינויים במספר מקומות העבודה הנגשים	0.078	0.047	0.0033
סטית תקן	0.086	0.102	0.096
מינימום	-0.49	-0.40	-0.73
מקסימום	0.75	0.74	1.11

הערכת ההשפעה של שינויים בנגישות על השוויוניות

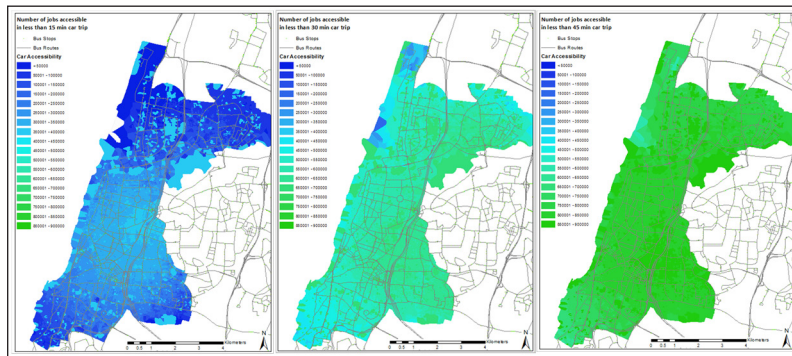
על מנת להעריך עד כמה השינוי בנגישות הוא שוויוני, חישבנו את עקומת לורנץ ומדד גייני לנגישות היחסית. עקומת לורנץ (Lorenz, 1905), מציגה את ההתפלגות המצטברת של מדד מדורג (למשל ההכנסה מהקטנה ביותר לגדולה ביותר) ביחס לדירוג האוכלוסייה. כאשר השוויוניות מלאה, אזי התצפיות מסתדרות על קו ישר (קו השוויון), אחוז האוכלוסייה שווה גם לאחוז ההכנסה, למשל. ככל שרמת אי השוויון גדלה, אזי התצפיות מתרחקות מהקו הישר (למשל 70% מהאוכלוסייה מקבלים רק-25% מההכנסה). את עקומת לורנץ משלים מדד גייני (Gini, 1912), המייצג את היחס בין

ההתפלגות המצטברת במצב של שוויון מלא להתפלגות האמפירית (היחס בין השטח הכלוא בין עקומת לורנץ לקו השוויון ביחס לכל המשולש מתחת לקו השוויון). לפיכך, מדד גייני הוא תמיד בין 0-1 כאשר, 0 מייצג שוויון מוחלט ו-1 אי-שוויון מוחלט (1% מהאוכלוסייה מחזיק 99% מההכנסה). סטטיסטיקת מדד גייני מייצג את ההבדל הממוצע היחסי (mean relative difference) בין שתי התפלגויות אקראיות – סוג של אומדן לפיזור תופעה באוכלוסייה (כמו סטיית התקן). מדד גייני מאפשר לבחון את ההבדל בין שתי עקומות לורנץ (למשל לפני הרפורמה ולאחריה), ולהעריך את השפעת שינוי חיצוני על אי-השוויון. חשוב לזכור כי מדדי אי-השוויון הם בלתי תלויים בגודל המוחלט של הנגישות. כפי שעולה מטבלה 1, בממוצע הנגישות היחסיות למקומות העבודה מתוך תל-אביב-יפו השתפרה בעקבות הרפורמה.

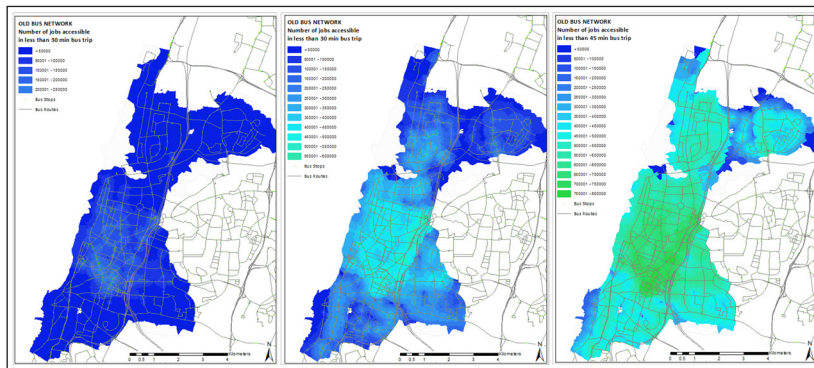
יישמנו את עקומת לורנץ ומדד גייני להתפלגות של אומדן הנגישות היחסית ממבנים שבמוצאים בעיר תל-אביב-יפו (בין אוטובוס לרכב פרטי) עבור נסיעות לעבודה בשעה 7:15 למשך 15, 30 ו-45 דקות. איור 8, מציג את עקומות לורנץ ומדדי גייני להתפלגות הנגישות לפני הרפורמה ברשת התח"צ ולאחריה. התוצאה מעידה כי הנגישות המחושבת לרשת התח"צ לאחר הרפורמה, היא קצת יותר שוויונית לעומת המצב לפני הרפורמה. אולם כאשר מסתכלים על משכי הנסיעה, רמת השוויוניות עולה ככל שאלו עולים. הסיבה לכך היא שהרפורמה בעיקר שנתה את מסלולי הקווים, אולם לוחות הזמנים ומיקומי התחנות השתנו פחות ולכן ככל שמשך הנסיעה קצר יותר קטעי ההליכה וההמתנה גדלים, ואלו לא השתנו. חשוב כעת לבדוק בהמשך מהי התפלגות משכי הנסיעה לנסיעות בתחבורה הציבורית שמוצאן בעיר תל-אביב-יפו. סביר להניח שרובן לא נופלות בקטגוריה של 45 דקות ולכן בעיית השוויוניות בנגישות היחסית בתוך העיר ממשיכה.

על מנת להבין טוב יותר את התמונה שהתקבלה נתחנו את התפלגות רמות הנגישות היחסית ברמת המבנה הבודד לפני הרפורמה ואחריה. כפי שניתן לראות באיור 9, במשכי נסיעה של 15 ד', אין שינויים בנגישות היחסית הממוצעת או בהתפלגות. עבור משך נסיעה של 30 ד', הרפורמה שיפרה את הנגישות הממוצעת וגם סטית התקן קטנה. תמונה דומה רואים עבור משך של 45 ד'. נראה כי הרפורמה הקטינה את השונות בנגישות היחסית, אולם הקטנה זו באה לידי ביטוי במשכי הנסיעה מעל 30 ד'.

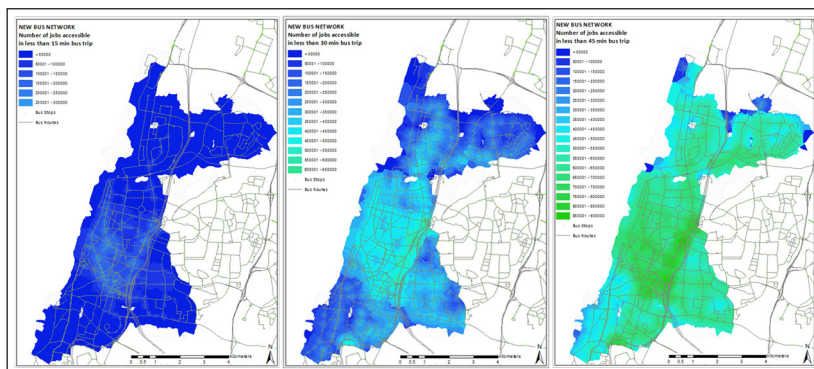
ניתוח נוסף שבוצע הוא בחינת הקשר בין הנגישות היחסית לפני הרפורמה ואחריה. הניתוח בוצע באמצעות דיאגרמות פיזור ורגרסיה מקומית מסוג LOESS - locally estimated scatterplot smoothing (Cleveland and Devlin, 1988). LOESS היא רגרסיה א-פרמטרית, המתאימה עקום רגרסיה על בסיס תת קבוצות של נתונים, הנקבעות לפי אינדקס השכן הקרוב. החיסרון של השיטה היא היעדר של מדד להערכת טיב ההתאמה. בניתוח שלנו עשינו שימוש בהתפלגות נורמלית סביב התצפיות למרחקים של עד 50% מכל תצפית באופן שהתקבלה עקומה חלקה יחסית. התוצאות עבור משכי הנסיעה השונים, מוצגות באיור 10. באיור מוצג הקשר בין הנגישות היחסית לפני הרפורמה ואחוז השינוי בנגישות היחסית אחרי הרפורמה. התוצאות מראות כי קיים קשר יורד בין אחוז השינוי לבין הנגישות היחסית לפני הרפורמה. כלומר, ככל שהנגישות היחסית לפני הרפורמה היתה גבוהה יותר, השינוי אחרי הרפורמה הוא קטן יותר בממוצע. המשמעות היא שהרפורמה אכן היטיבה במידה מסוימת אם אלו שהיו בעלי נגישות יחסית נמוכה למפרע. כמו כן ניתן לראות כי ההטבה היא בעיקר למשכי הנסיעה הארוכים יותר.



איור 2: נגישות למקומות עבודה ברכב פרטי בשעה 07:15 לנסיעה במשך 15 ד' (שמאל), 30 ד' (מרכז), 45 ד' (ימין)

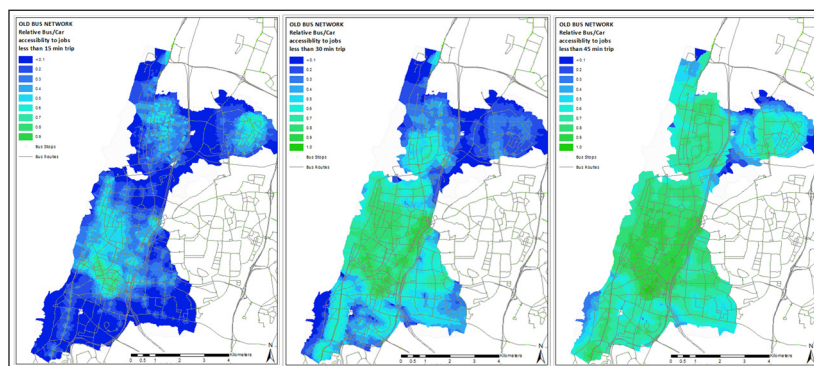


איור 3: נגישות למקומות עבודה לפני הרפורמה בשעה 07:15 לנסיעה במשך 15 ד' (שמאל), 30 ד' (מרכז), 45 ד' (ימין)

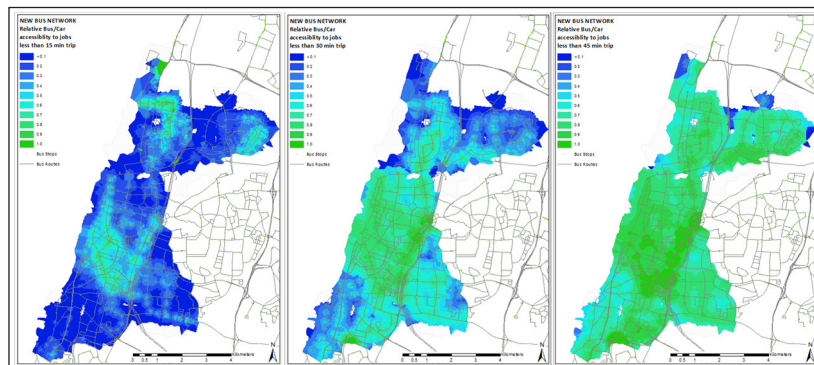


איור 4: נגישות למקומות עבודה אחרי הרפורמה בשעה 07:15 לנסיעה במשך 15 ד' (שמאל), 30 ד' (מרכז), 45 ד' (ימין)

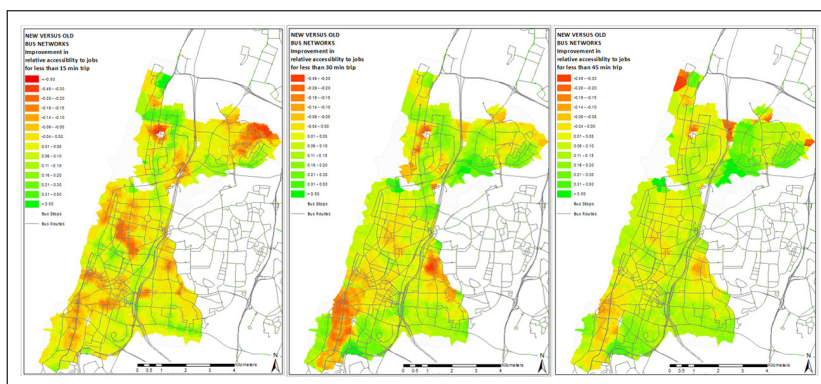
.....בן אליא ואחרים : הערכת נגישות לתחבורה ציבורית באמצעות יישומי ביג דאטה



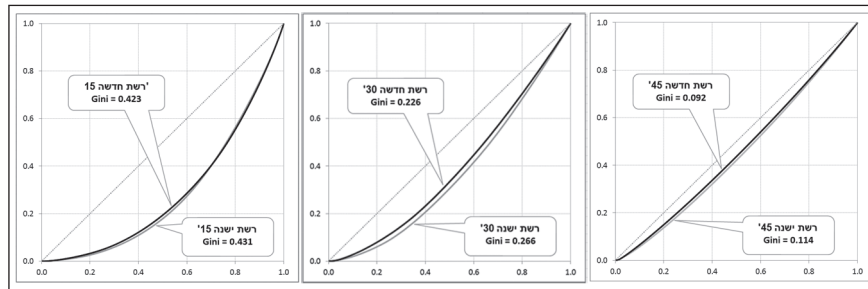
איור 5: נגישות יחסית למקומות עבודה לפני הרפורמה בשעה 07:15 לנסיעה במשך 15 ד' (שמאל), 30 ד' (מרכז), 45 ד' (ימין)



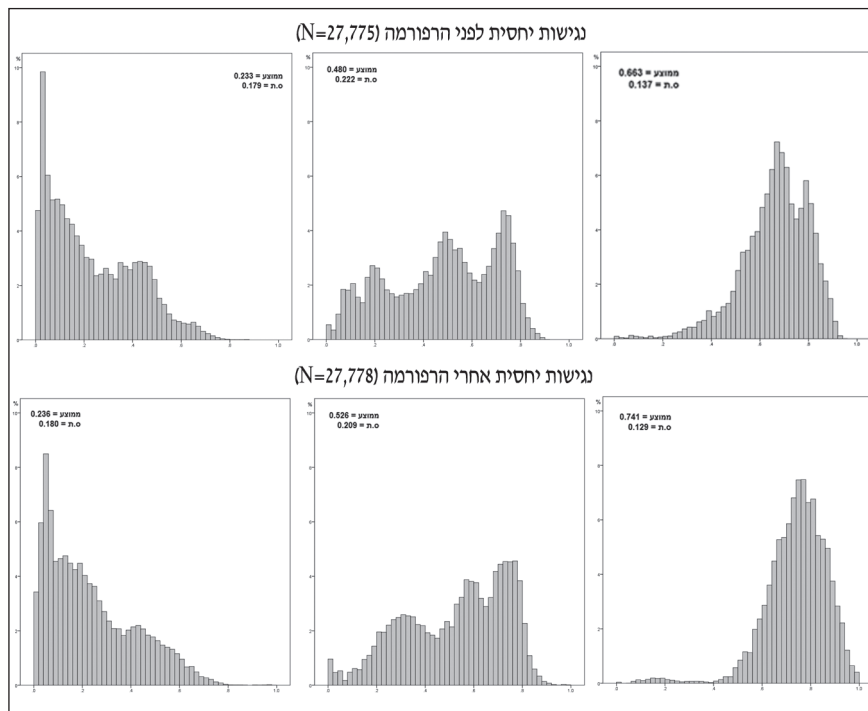
איור 6: נגישות יחסית למקומות עבודה אחרי הרפורמה בשעה 07:15 לנסיעה במשך 15 ד' (שמאל), 30 ד' (מרכז), 45 ד' (ימין)



איור 7: שינויים בנגישות היחסית כתוצאה מהרפורמה בשעה 07:15 לנסיעה במשך 15 ד' (שמאל), 30 ד' (מרכז), 45 ד' (ימין)

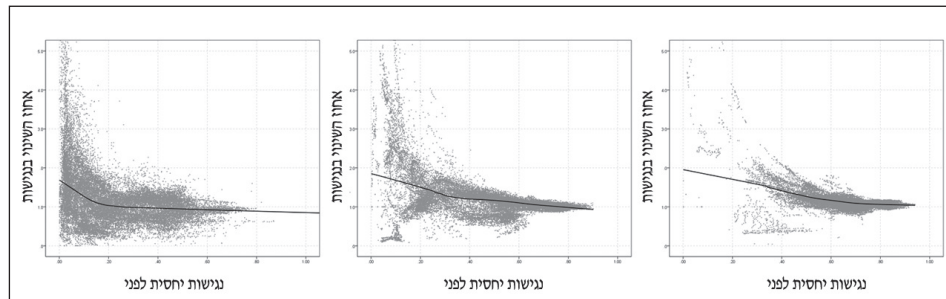


איור 8: בחינת השוויוניות בנגישות לפני ואחרי הרפורמה ברשת התח"צ, עקומות לורנץ ומדד גיני

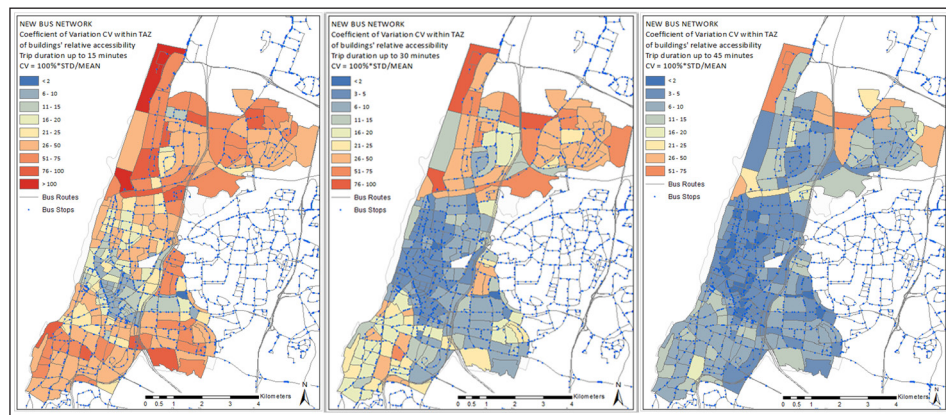


איור 9: התפלגות הנגישות היחסית לפי משכי נסיעה של 15, 30 ו-45 דקות, לפני הרפורמה ואחריה

בן אליא ואחרים : הערכת נגישות לתחבורה ציבורית באמצעות יישומי ביג דאטה



איור 10: הקשר בין הנגישות היחסית לפני הרפורמה ואחוז השינוי בה אחרי הרפורמה עבור משכי נסיעה של 15 ד' (שמאל), 30 ד' (מרכז) ו-45 ד' (ימין)



איור 11: מקדם השונות (CV) של הנגישות היחסית בתוך אזורי התנועה ברשת תח"צ החדשה - לנסיעה במשך 15 ד' (שמאל), 30 ד' (מרכז), 45 ד' (ימין)

הצדקת השימוש ברזולוציה גבוהה בחישובי נגישות

כפי שכתבנו במבוא, מרבית ניתוחי הנגישות המופיעים בספרות, מבוצעים ברמה של אזורי תנועה. אזור תנועה הוא אגרגט הכולל בממוצע כ-300 מבנים. במרחב העיר תל-אביב-יפו יש כ-600 אזורי תנועה. השימוש באזורי תנועה נפוץ הן מסיבות של זמינות נתונים (איסוף נתונים סטטיסטיים על ידי הרשויות כמו הלמ"ס) והן עקב מגבלות חישוב. למשל ברשת מטרופולין תל-אביב קיימים 1200 אזורי תנועה. מן הסתם, את כל חישובי הנגישות שבצענו ברמת המבנה, ניתן היה לעשות גם ברמת אזור התנועה, נשאלת השאלה, מדוע אם כן יש חשיבות, לרזולוציה הגבוהה בהערכת נגישות לתחבורה ציבורית? הסיבה נעוצה בשונות פנימית גבוהה בתוך אזורי התנועה. ניתן לראות זאת באיור 11, המציג את מקדם השונות (CV) שהוא היחס בין סטיית התקן בתוך אזור התנועה לממוצע הנגישות היחסית המחושבת מכל מבנה באזור תנועה תל-אביב-יפו. ניתן לראות כי ככל שזמן הנסיעה מתארך, מקדם השונות יורד. קרי, לנסיעות הקצרות, זמני ההליכה וההמתנה (זמן מחוץ לרכב) תופסים נתח גדול יותר ביחס לזמן הנסיעה נטו (בתוך הרכב). עבור זמן כולל של 15 דקות מקדם השונות הממוצע

בתוך האזור היא כ-15% ועבור זמן של 45 ד' כ-6%. ניתן לראות באיור כי עבור מרבית אזורי התנועה בתל-אביב-יפו השונות הפנימית היא גבוהה הרבה יותר מערכים אלו.

המשמעות של השונות הפנים-אזורית היא שבאותו אזור תנועה, לתושבים במבנים שונים, תהיה חווית נגישות שונה. כאשר לא לוקחים את השונות בחשבון, אזי הנגישות זהה בתוך האזור. כתוצאה מכך, בעיקר לנסיעות הקצרות, תהיה נטייה להערכת יתר של פוטנציאל השימוש בתחבורה ציבורית, בעיקר של תושבי תל-אביב-יפו, שעבורם הנסיעות למקומות העבודה אינן צפויות להיות ארוכות מדי. לכך, יש השלכות כבדות משקל בהערכה של השקעות בפיתוח תחבורה ציבורית.

סיכום והמשך מחקר

במאמר זה הצגנו שיטה ומודל לחישוב אומדני נגישות בתחבורה ציבורית ברזולוציה מרחבית גבוהה תוך שימוש בטכנולוגיות Big Data ובנתונים עירוניים הקיימים בממ"ג ו-GTFS. בעוד שהרציונל של מדדי הנגישות אינו חדש, הממצאים מעידים על החשיבות הרבה של הסתכלות על נסיעות בעיר ברזולוציה התואמת את החלטות הניידות היומיומיות של הנוסעים. רזולוציה זו שונה למדי מהמקובל בעבודה הסדירה של מתכנני התחבורה בארץ ובכלל. ברם, חישובים ברזולוציה גבוהה דורשים יכולת מחשוב לא סטנדרטית. אנו הראינו כיצד תכונותיו של בסיס נתונים מבוסס גרף מאפשרות להתגבר על חלק מהמגבלות הקיימות. ניתוח השונות הפנים אזורית מראה כי קיימת מידה רבה של שונות בנגישות בתוך אזורי התנועה, בעיקר לנסיעות קצרות יחסית. לכן ניתן לקבוע, כי ניתוח אגרטיבי המתעלם מהשונות הזאת, יביא להערכות מוטעות של הנגישות בתחבורה ציבורית.

המודל הומחש בחקר אירוע של אומדן הנגישות היחסית בשעת שיא בוקר, מכלל המבנים ברחבי העיר תל-אביב-יפו לכל מקומות העבודה ברחבי המטרופולין תוך השוואה בין הנגישות לפני יישום הרפורמה ברשת התח"צ של 2011 ולאחריה. הניתוח הראה כי אמנם הרפורמה תרמה לנגישות הכללית ברחבי העיר הרפורמה אכן היטיבה במידה מסוימת אם בעלי נגישות יחסית נמוכה למפרע. אולם, ההטבה היא בעיקר למשכי הנסיעה הארוכים יותר ואילו משכי הנסיעה הקצרים יותר, המאפיינים את הנסיעות מתוך שטח העיר תל-אביב-יפו נשארו פחות שוויוניים לעומת משכי הנסיעה הארוכים יותר, גם אחרי הרפורמה.

המשך המחקר כולל מספר כיוונים חלקם נמצאים כבר בעבודה אבל הם נושא למאמר נפרד. ראשית, כפי שראינו, שיטת חישוב הנגישות ברזולוציה גבוהה מתאימה במיוחד למידת אי-השוויון בנגישות. בנוסף למדדים המוכרים של עקומת לורנץ ומדד ג'יני, בנינו מדדים נוספים של התפלגות השוויוניות בנגישות המבוססים על חישוב הנגישות המופסדת (באופן יחסי וכולל), לאותן אוכלוסיות התלויות בתחבורה הציבורית לניידותן. לצורך כך נבנה גם מדד של מידת התלות בתחבורה הציבורית, על בסיס המאפיינים הסוציו-כלכליים והדמוגרפיים של אזורי התנועה ברחבי המטרופולין.

שנית, שילבנו נתוני ביקוש באמצעות מטריצת נסיעות ממוצא-ליעד. בצורה זו מדדי הנגישות הפכו ממבוססי מספר מקומות עבודה למבוססי זמן מסע

(או פוטנציאל שעות-נוסע). באופן זה אנו יכולים לתת משקל יתר בחישובי הנגישות לאזורים בעיר שבהם יש יותר תנועות ומצד שני למצוא מקומות שלמרות שאינם מייצרים היקפים גדולים של תנועה, עדיין סובלים מבעיות נגישות והעדר שוויון. את מטריצת נסיעות מוצא-יעד ניתן יהיה בעתיד הלא רחוק להפיק גם מנתונים של כרטיס חכם (רב-קו) ואפילו מנתונים של תנועות אנשים לפי טלפונים סלולריים.

שלישית, כפי שהצגנו ניתן לבצע את חישובי הנגישות גם מנקודת המבט של היעדים של הנסיעות (אזורי שירות). חישוב כזה מאפשר לחשב, עד כמה נגישות בתחבורה הציבורית תחנות הרכבת, בתי החולים, עירויות ומרכזים לשירותים ממשלתיים, ומאיה אזורים נדרש לשפר את השירות כדי להנגיש מקומות אילו לכלל הציבור.

רביעית, כיום החישובים מבוססים על זמני נסיעה מתוכננים לתחבורה ציבורית וממוצעים לרכב פרטי. השלב הבא יהיה שילוב של זמני נסיעה אמיתיים, המתחשבים בגודש התנועה. ניתן להשתמש לשם כך בנתונים של זמני הגעה של האוטובוסים לתחנות בזמן אמת (הנמצאים ברשות משרד התחבורה) והערכת הפער בין הזמן המתוכנן לפי לוח הזמנים וזמן ההגעה בפועל בין התחנות. כרגע הניתוח המתבסס על זמן מתוכנן הוא אופטימי (מניח רמת שירות טובה יותר בתח"צ מאשר בפועל).

חמישית, ניתן לשלב את חישובי הנגישות לתוך הערכה כלכלית (עלות-תועלת) של פרויקטים תחבורתיים (נוהל פר"ת). כך למעשה ניתן לשלב שלושה גורמים בהערכה כוללת של התרומה חברתית-כלכלית של השקעה בתשתיות תחבורה: (1) שיפור הנגישות סה"כ (קרי, האם תועלות הפרויקט משפרות את הנגישות או לאו ובכמה בממוצע); (2) השוויוניות של שיפור הנגישות (קרי, האם התועלת מההשקעה גם משפרת את הנגישות בצורה שוויונית או שרק חלק מסוים מהנוסעים נהנה ממנה); (3) אומדני היעילות הכלכלית המקובלים (יחס עלות-תועלת, ערך נוכחי נקי וכדומה). או אז, ניתן לדבר, על מציאת גבול פארטו להשקעות, הקושר בין יעילות, רמת הנגישות הממוצעת והשוויוניות בנגישות ולדרג פרויקטים שונים בתכנית השקעות על בסיס תרומתם לכל אחד מהממדים הללו. הדבר יאפשר הסתכלות תכנונית שלמה יותר על התרומה הפוטנציאלית של השקעות בתחבורה, הן למשק הלאומי והן לציבור הנוסעים.

שישית, בעתיד ניתן יהיה לשלב את שיטת חישובי הנגישות ביחד עם סימולציה מבוססת סוכנים (agent-based simulation) ולמעשה לעבור לדור חדש של מודלים דינמיים של תכנון תחבורה, המבוססים על יחידות אוטונומיות, הפועלות ברזולוציות שדומות הרבה יותר לאילו של אדם הנע במרחב העירוני. MATSim (Balmer et al., 2006), היא דוגמה לסימולציה כזו שבה כל נוסע מקבל החלטות בהתאם לתכנית הפעילויות היומית שלו, המייצגת את השאיפה למלא את הפעילויות השונות בסדר היום האישי בצורה מיטבית. בהתאם לאילוצים של זמן ועלות, כל סוכן מבצע התאמה של דפוס הנסיעות (מסלול, אמצעי ולעיתים יעד) ואף משנה את תזמון הפעילויות במידה ואין לו אפשרות לממש את התכנית. אנו מאמינים שדור הבא של מודל הסימולציה ניתן יהיה לבצע הערכות יותר רגישות לשינויים תחבורתיים מאשר ניתן כיום לעשות באמצעות סל הכלים העומד לרשות מתכנן התחבורה.

תודות

העבודה שתוארה במאמר זה מתבססת על מחקר שמומן על ידי המדען הראשי משרד התחבורה. הכותבים מודים מקרב לב לצוות חברת סיטי-גראף בע"מ שסייעה בפיתוח היישום הממוחשב לחישובי הנגישות. אנו מודים גם להערות המועילות של שופט בלתי תלוי אשר עזר לנו רבות לשפר את המאמר.

מקורות

- Alam, B. M., Thompson, G. L. and Brown, J. R. Estimating Transit Accessibility with an Alternative Method. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2010, 2144(1), 62-71.
- Balmer, M., Axhausen, K., & Nagel, K. (2006). Agent-based demand-modeling framework for large-scale microsimulations. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (1985), 125-134.
- Ben-Akiva, M. and Lerman, S.R., 1979, Disaggregate travel and mobility choice models and measures of accessibility. In *Behavioural Travel Modelling*, D.A. Hensher and P.R. Stopher (Eds.), pp. 654-679 (London: Croom Helm).
- Ben-Elia, E., Avineri, E. (2015). Response to Travel Information: A Behavioural Review. *Transport Reviews*, 35(3).
- Benenson I., K. Martens, Y. Rofé and A. Kwartler, 2010, Measuring the Gap Between Car and Transit Accessibility Estimating Access Using a High-Resolution Transit Network Geographic Information System, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, N2144, 28–35
- Benenson I., K. Martens, Y. Rofé and A. Kwartler, 2011, Public transport versus private car: GIS-based estimation of accessibility applied to the Tel Aviv metropolitan area, *Annals of Regional Science*, 47:499–515
- Benenson, I., D. Geyzersky, et al (2014). "Transport Accessibility from a Human Point of View Key presentation at the Geoinformatics for Intelligent Transportation Conference, Ostrava, 27-Jan-2014
- Bertolini, L., le Clercq, F., Kapoen, L., 2005. Sustainable accessibility: a conceptual framework to integrate transport and land use planning. Two test-applications in the Netherlands and a reflection on the way forward. *Transport Policy* 12 (3), 207–220.
- Bhandari, K., Kato, H. and Hayashi, Y. Economic and equity evaluation of Delhi Metro. *International Journal of Urban Sciences*, 2009, 13(2), 187-203.

- Black, J., Conroy, M. Accessibility measures and the social evaluation of urban structure. *Environment and Planning A*, 9(9), 1977, 1013-1031.
- Blumenberg, E. A. and P. Ong (2001). "Cars, buses, and jobs: welfare participants and employment access in Los Angeles." *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*(1756): 22-31.
- Bristow, G., Farrington, J., Shaw, J., & Richardson, T. (2009). Developing an evaluation framework for crosscutting policy goals: the Accessibility Policy Assessment Tool. *Environment and planning. A*, 41(1), 48.
- Bruinsma, F. R., P. Nijkamp, et al. (1990). *Infrastructure and Metropolitan Development in an International Perspective: Survey and Methodological Exploration*. Research Memoranda. Amsterdam, Faculteit der Economische Wetenschappen en Econometrie/Vrije Universiteit Amsterdam.
- Buerli, M., 2012, "The current state of graph databases." www.cs.utexas.edu/~cannata/dbms/Class%20Notes/09%20Graph_Databases_Survey.pdf
- Burkey, M. L. Decomposing geographic accessibility into component parts: methods and an application to hospitals. *The Annals of Regional Science*, 2012, 48(3), 783-800.
- Cleveland, William S.; Devlin, Susan J. (1988). "Locally-Weighted Regression: An Approach to Regression Analysis by Local Fitting". *Journal of the American Statistical Association* 83 (403): 596-610
- Crauser, A., K. Mehlorn, U. Meyer, and P. Sanders, 1998, A Parallelization of Dijkstra's Shortest Path. Algorithm. *Mathematical Foundations of Computer Science 1998. Lecture Notes in Computer Science Volume 1450*, 722-731.
- Dijkstra, E. W. (1959). A note on two problems in connexion with graphs. *Numerische mathematik*, 1(1), 269-271.
- Dong, X.J., BBen Akiva, M.E., Bowman, J.L. and Walker, J.L., 2006, Moving from trip-based to activity-based measures of accessibility. *Transportation Research Part A-Policy and Practice*, 40, pp. 163-180.
- Farrington, J. and C. Farrington (2005). "Rural accessibility, social inclusion and social justice: Towards conceptualisation." *Journal of Transport Geography* 13(1): 1-12.
- Feitelson, E. (2002). "Introducing environmental equity dimensions into the sustainable transport discourse: issues and pitfalls." *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 7(2): 99-118.

- Feng, T., Zhang, J. (2012). Multicriteria evaluation on accessibility based transportation equity in road network design problem. *Journal of Advanced Transportation*
- Ferguson, N. S., Lamb, K. E., Wang, Y., Ogilvie, D., & Ellaway, A. (2013). Access to recreational physical activities by car and bus: an assessment of socio-spatial inequalities in mainland Scotland. *PloS one*, 8(2), e55638.
- Foth, N., Manaugh, K. and El-Geneidy, A. M. Towards equitable transit: examining transit accessibility and social need in Toronto, Canada, 1996–2006. *Journal of Transport Geography*, 2013, 29, 1-10.
- Garb, Y. and J. Levine (2002). "Congestion pricing's conditional promise: promotion of accessibility or mobility?" *Transport Policy* 9(3): 179-188.
- Geurs, K. T. and J. R. Ritsema van Eck (2001). Accessibility measures: review and applications. Evaluation of accessibility impacts of land-use transport scenario's, and related social and economic impacts. Bilthoven, RIVM - National Institute of Public Health and the Environment (NL).
- Geurs, K. T. and B. van Wee (2004). "Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions." *Journal of Transport Geography* 12(2): 127-140.
- Gini, C (1912), Variabilità e mutabilità, contributo allo studio delle distribuzioni e relazioni statistiche Studi Economico-Giuridici dell'Univ. di Cagliari, 3 pp. 1–158
- Grengs, J., Levine, J., Shen, Q., & Shen, Q. (2010). Intermetropolitan comparison of transportation accessibility: Sorting out mobility and proximity in San Francisco and Washington, DC. *Journal of Planning Education and Research*, 29(4), 427-443.
- Haas, P., Makarewicz, C., Benedict, A., & Bernstein, S. (2008). Estimating transportation costs by characteristics of neighborhood and household. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (2077), 62-70.
- Handy, S. L. and D. A. Niemeier (1997). "Measuring accessibility: An exploration of issues and alternatives." *Environment and Planning A* 29(7): 1175-1194.
- Hess, D. B. (2005). "Access to employment for adults in poverty in the Buffalo–Niagara region." *Urban Studies* 42(7): 1177-1200.
- Ivan, I., Horak, J., Fojtik, D., & Inspektor, T. (2013). Evaluation of Public Transport Accessibility at Municipality Level in the Czech

Republic. InGeoConference on Informatics, Geoinformatics and Remote Sensing, Conference Proceedings (Vol. 1, p. 1088).

Karner, A., & Niemeier, D. (2013). Civil rights guidance and equity analysis methods for regional transportation plans: a critical review of literature and practice. *Journal of Transport Geography*, 33, 126-134.

Kawabata, M. (2009)."Spatiotemporal dimensions of modal accessibility disparity in Boston and San Francisco." *Environment and Planning A* 41(1): 183-198.

Kenyon, S., G. Lyons, et al. (2002)."Transport and social exclusion: investigating the possibility of promoting inclusion through virtual mobility." *Journal of Transport Geography* 10(3): 207-219.

Kwan, M.P., 1999b, Gender and individual access to urban opportunities: a study using spacetime measures. *The Professional Geographer*, 51, pp. 210-227.

Kwok, R. C. W. and A. G. O. Yeh (2004)."The use of modal accessibility gap as an indicator for sustainable transport development." *Environment and Planning A* 36(5): 921-936.

Lao, Y.; Liu, L. Performance evaluation of bus lines with data envelopment analysis and geographic information systems. *Computers, Environment and Urban Systems*, 2009, 33(4), 247-255.

Liu, S. and Zhu, X. Accessibility Analyst: an integrated GIS tool for accessibility analysis in urban transportation planning. *Environment and Planning B: Planning and Design*. 2004, vol. 31, issue 1, 105-124. DOI: 10.1068/b305.

Lorenz M. O., (1905) methods of Measuring the Concentration of Wealth Publications of the American Statistical Association Volume 9, Issue 70,

Lucas, K. (2012)."Transport and social exclusion: Where are we now?" *Transport Policy* 20: 105-113.

Mao, L., & Nekorchuk, D. (2013). Measuring spatial accessibility to healthcare for populations with multiple transportation modes. *Health & place*, 24, 115-122

Martens, K. (2012)."Justice in transport as justice in access: applying Walzer's 'Spheres of Justice' to the transport sector" *Transportation*(Online 21 February 2012).

Martin, D., Jordan, H. and Roderick, P. Taking the bus: incorporating public transport timetable data into health care accessibility modelling. *Environment and planning. A*, 2008, 40(10), 2510.

Mavoa, S., Witten, K., McCreanor, T., & O'Sullivan, D. (2012). GIS based destination accessibility via public transit and walking in Auckland, New Zealand. *Journal of Transport Geography*, 20(1), 15-22.

Miller, H.J., 1999a, Measuring space-time accessibility benefits within transportation networks: basic theory and computational procedures. *Geographical Analysis*, 31, pp. 187-212.

Minocha, I., Sriraj, P. S., Metaxatos, P., & Thakuriah, P. V. (2008). Analysis of transport quality of service and employment accessibility for the Greater Chicago, Illinois, Region. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2042(1), 20-29.

NEUTENS, T., et al. Equity of urban service delivery: a comparison of different accessibility measures. *Environment and planning. A*, 2010, 42(7), 1613.

O'Sullivan, D., Morrison, A. and Shearer, J. Using desktop GIS for the investigation of accessibility by public transport: an isochrone approach. *International Journal of Geographical Information Science*, 2000, 14(1), 85-104.

Rashidi, T. H., & Mohammadian, A. K. (2011). A dynamic hazard-based system of equations of vehicle ownership with endogenous long-term decision factors incorporating group decision making. *Journal of Transport Geography*, 19(6), 1072-1080.

Salonen, M. and Toivonen, T. Modelling travel time in urban networks: comparable measures for private car and public transport. *Journal of Transport Geography*, 2013, 31, 143-153.

Tribby, C. P., Zanderbergen, P. A. High-resolution spatio-temporal modeling of public transit accessibility. *Applied Geography*, 2012, 34, 345-355.

Witten, K., Exteter, D., Field, A. The quality of urban environments: Mapping variation in access to community resources. *Urban Studies*, 2003, 40(1), 161-177.

Witten, K., Pearce, J. and Day, P. Neighbourhood Destination Accessibility Index: a GIS tool for measuring infrastructure support for neighbourhood physical activity. *Environment and Planning-Part A*, 2011, 43(1), 205

תכנון התאוששות עירונית מאסון באמצעות ביג דאטה סינתטי

א. יאיר גרינברגר, מיכל לייכטר, דניאל פלזנשטיין

תקציר

מאמר זה מדגים כיצד ניתן לייצר נתונים גדולים (Big Data) סינתטיים ממידע אדמיניסטרטיבי סטנדרטי וכיצד ניתן להשתמש בהם בכדי להתמודד עם אתגרי התכנון בעקבות אסון עירוני. ראשית תהליך ייצור המידע הוא בפירוק יחידות אדמיניסטרטיביות באמצעות שכבת מבנים מרחבית לכדי ייצוג של משקי-בית ופרטים. לאחר מכן, משקי-הבית והפרטים מאופיינים באמצעות משתנים סוציו-אקונומיים ומשולבים במודל מבוסס-סוכנים בכדי לייצר דינמיקות עירוניות בזמן ובמרחב. במסגרת המודל, סוכנים, המאופיינים בהכנסה ותכונות סוציו-אקונומיות וממוקמים במבנים, נמצאים באינטראקציה אחד עם השני ועם הסביבה הבנויה. סביבה זו מורכבת ממבנים המאופיינים במונחים של שימושי-קרקע, שטח-רצפה וערך. אינטראקציות אלה מונחות על ידי חוקים התנהגותיים פשוטים ומערכת תמחור מגורים דינמית ומתבטאות בהחלטות מיקום של הסוכנים ובשינויים למערך שימושי הקרקע. תהליך פירוק המידע כולל מעבר ממסד נתונים המתאר מאות או אלפי יחידות מרחביות בלבד, למאגר המכיל מידע על מליוני מבנים ופרטים בזמן ובמרחב. אי לכך, הנתונים שנוצרים בתהליך דו-שלבי זה הנם 'גדולים' במובן של נפח, מגוון ורב-גוניות ומאפשרים לאכלס ולהעשיר שכבות שונות של מידע מרחבי עם תכונות סינתטיות. השיטה מודגמת בהקשר של רעידת אדמה היפותטית במרכז ירושלים. הדמיית רעידת האדמה יוצרת מאגר נתונים המכיל דינמיקות מרחביות ועיתיות ברזולוציה גבוהה עבור שינויים כלכליים, תפקודיים וחברתיים. בחינת נושאים אלו על בסיס המאגר מאפשרת זיהוי השפעות ארוכות-טווח הנובעות מהזעזוע הזמני ומתרחשות ברמה מיקרו-מרחבית. הנגשת עושר המידע המתקבל ככלי עזר לקבלת החלטות ושיתוף הציבור הרחב מהווה אתגר ואנו מדגימים כיצד ניתן לבצע זאת באמצעות מיפוי דינמי מבוסס-רשת.

מבוא

הניהול היומיומי של ערים מצריך מידע על מאפייני אוכלוסייה, תשתיות, שימושי קרקע, מחירי דירות, פעילות מסחרית ועוד. בעת התרחשות אסון עירוני (בין אם ממקור אנתרופוגני או טבעי) ולאחריו, מערכות אלו, אשר הן תלויות אחת בשנייה, דורשות תגובה מיידית. עם זאת, בזמן אמת המידע הזמין מתקבל ברזולוציות מרחביות גסות, כגון איזורי תנועה או איזורים סטטיסטיים. בנוסף לכך, מאגרי המידע הזמינים עשויים להיות הטרוגניים מבחינת קנה מידה וגבולות המערכות האדמיניסטרטיביות. מגבלה נוספת תיתכן כאשר איזור ההשפעה של האסון אינו חופף את גבולות החלוקות

האדמיניסטרטיביות השרירותיות שעליהן המידע מתבסס. אי לכך, ניהול אסון עירוני דורש מידע שהינו מפורט ודינמי, הן מרחבית והן עתית. הזמינות של ביג דאטה ברזולוציה גבוהה עבור פרטים (ממקורות כגון דיווחי מיקום ברשתות חברתיות, נתונים סלולריים, מעקב באמצעות מכשירי GPS ועוד) הולכת וגדלה. בעוד נתונים אלה אינם כבולים ליחידות מרחביות שרירותיות, הם סובלים מייצוג-יתר של אוכלוסיות הנוטות לשיתוף וייצוג חסר של אוכלוסיות בעלות נגישות ויכולת טכנולוגית מוגבלות. זאת ועוד, הפרופיל הסוציו-אקונומי של הפרט המתקבל ממקורות אלו חסר לעיתים קרובות נתונים דמוגרפיים קריטיים הזמינים בסקרי מפקד.

במאמר זה אנו מדגימים כיצד ניתן להשתמש במידע אדמיניסטרטיבי 'קטן' בכדי לייצר נתונים עירוניים גדולים 'סינתטיים' חיוניים לניהול מצבי אסון. מידע זה מיוצר ע"י פירוק של יחידות מרחביות קטנות לכדי ייצוג של משקל-בית ופרטים, יצירת פרופילים סוציו-אקונומיים עבורם והענקת נופך דינמי לאורך ציר הזמן למידע באמצעות שילובו בסימולציה מבוססת-סוכנים. פירוק המידע האדמיניסטרטיבי ה'קטן' באמצעות שכבת GIS של מבנים מאפשר ליצור ייצוג של משקל-הבית הבודד, של הפרטים החברים בו ולבסוף – למקם אותם מרחבית בתוך בניין, על פי קומות. המידע שנוצר הינו 'גדול' במונחים של נפח, מגוון ורב-גוניות. באופן פוטנציאלי, מידע זה מאפשר להגדיר יחידות מרחביות שונות על פי הצורך ולאפיין אותן בצורה סינתטית. תהליך פירוק זה מקדם מעבר ממאגר מידע המתאר מאות או אלפי יחידות מרחביות למאגרים המכילים רשומות המתארות מיליוני בניינים ופרטים בנקודות זמן שונות. התוצאה הנה מערך כוללני של 'נתונים גדולים' מרחביים בהם כל פרט סינתטי בעיר מיוצג ע"י אוסף של מאפיינים סוציו-אקונומיים ודינמיים בתדירות גבוהה.

גישה פופולארית לשימוש במידע סינתטי שכזה היא הצלבה עם מפות סיכון בכדי לצור ייצוג ויזואלי בעל אופי דינמי של התפתחות אסון. אנו עשינו זאת במסגרת ממשק רשת (web interface) דינמי המשלב מפות סיכון להצפה עם התכונות הסוציו-אקונומיות של האזורים תחת איום ההצפה (Lichter and Felsenstein, 2012). לחילופין, מידע זה יכול לשמש כשומה למודל דינמי מבוסס-סוכנים של אסונות עירוניים, כפי שמודגם במאמר זה. אנו מיישמים שיטות למיזוג מידע (data fusion) ברמת הבניין הבודד בכדי לייצר מאגר מידע מרחבי המייצג את תנאי הפתיחה לסימולציה מבוססת-סוכנים של אסון עירוני. שיטות אלו מקדמות ניסוח מלמטה-למעלה (bottom-up) של התנהגות המערכת העירונית כולה.

התגובה ההתנהגותית של כל סוכן בסימולציה נובעת מהמאפיינים הסוציו-אקונומיים שלו. לדוגמה – גיל, הכנסה ובעלות על רכב יכולים לפעול כגורמים המעודדים, מגבילים או משפיעים על ניידות, מיקום פעילויות ובחירת מיקום מגורים. בצורה זו, המידע מגלם את מאפייני האוכלוסיה המהווים בסיס לסימולציה דינמית מבוססת-סוכנים של רעידת אדמה בירושלים. הסימולציה מבוססת על סוכנים המייצגים תושבים בודדים ועל האינטראקציה שלהם עם הסביבה הבנויה ועם סוכנים אחרים. במהלך תהליך פירוק המידע, שימושי הקרקע, שטח הרצפה והערך של בניינים מוערך. באותו אופן, סוכנים מאופיינים במונחי הכנסה וסך המאפיינים הסוציו-דמוגרפיים של התושבים מוקצים למבני מגורים. החוקים ההתנהגותיים הפשוטים של הסוכנים

המבוססים על המנעות מסיכון, התנהגות מספקת (satisficing; Simon, 1952) והעדפות בבחירת מיקום מגורים ומערכת תמחור מגורים דינמית המתחשבת בשינויים בשימושי קרקע. אלה מאפשרים ליצור תיאור מפורט של הדינמיקה העתידית-מרחבית לאחר האסון.

היישום הנוכחי של מודל סימולציה מבוסס-סוכנים אינו הראשון שבוחן את השפעות אסון. בחלק הבא אנו סוקרים מחקרים בולטים העוסקים באסונות עירוניים ולאחריו אנו מפרטים את תהליך הפיתוח של המחקר הנוכחי והקשרו. בחלק הרביעי של המאמר אנו מתארים כיצד מאגר הנתונים הסינתטיים הגדולים מיוצר וכיצד הוא משולב במודל מבוסס-סוכנים. תוצאות הסימולציה המוצגות בהמשך לכך מתייחסות לשינוי בשימושי הקרקע, ערכי מלאי דיור ומסחר, והמבנה הסוציו-כלכלי של אזור המחקר. בכדי להנגיש את המידע, אנו יוצרים ויזואליזציה של חלק מהתוצרים בצורה של מפות דינמיות מבוססות-רשת. לבסוף, אנו דנים בפיתוחים אפשריים של הגישה שאנו מציעים

סקירת ספרות; מודלים מבוססי-סוכנים וניהול מצבי אסון

מודלים מבוססי-סוכנים מהווים כלי עזר מתאים לניהול אסונות (Fiedrich and Burgdardt, 2007). בעולם מבוסס-הסוכנים, ישויות אוטונומיות (סוכנים) מתנהגות על פי אוסף של כללי החלטה פשטניים המוגדרים מראש. הפעילויות של אוכלוסיית סוכנים יוצרות מערכת בה הפעולות של פרטים משפיעות על פרטים אחרים ועל המערכת כולה. איפיון זה יוצר לעיתים רבות רשת סבוכה של דפוסי התנהגות שאינו ניתן לחזוי ע"י אגרציה פשוטה של כלל ההתנהגויות הפרטניות (למרות שישנם מקרים בהם ההתנהגות של סוכנים ניתנת לאיפיון באמצעות אגרציות פשוטות). חשוב מכך, מערכת שכזו ניתנת להדמייה תוך שילוב זעזועים חיצוניים בתוכה. אין זה פלא לכן, שמגוון תרחישי ניהול אסון טופלו במסגרת סימולציות מבוססות-סוכנים, במיוחד במצבים בהם יכולת הארגון האנושית ודפוסי למידה ניתנים לתכנות כחלק מהתגובה ההתנהגותית של סוכנים. יישומים אלו כוללים בין השאר הצפות (2008), מגיפות (2012), הוריקנים (2006), שריפות-יער (Chen and Zhan, 2008), מגיפות (2012), הוריקנים (2006), התוצרים של מרבית הניסיונות ורעידות אדמה (2013). (Crooks and Wise, 2013). הללו מתרכזים בהתנהגות הקולקטיבית של הסוכנים, כגון הדמייה של ההתערבות של כוחות מגיבים, חיזוי של התנהגות אנושית תחת לחץ ושל עומסי תנועה ותשתיות כתוצאה מדפוסי תנועה של סוכנים, ואף הדמייה של מאמצי סיוע לאחר אסון.

תשומת לב מועטה יותר הוקדשה להדמיית ההשפעה של התנהגות זו על הסביבה הבנויה. ברמת המיקרו של בניינים בודדים ודפוסי תגובה אנושית, Torrens (2014) הראה כיצד השימוש במודל ברמת פירוט גבוהה יכול לצור מידע עשיר לגבי התמוטטות מבנים, אינטראקציות סוכן-סוכן ודינמיקות של פינוי במקרה של רעידת אדמה מדומה. יישום זה עומד בניגוד ל"אופי הפשטני, גס ושטחני" של מודלים מבוססי-סוכנים אחרים (Torrens, 2014, p.965). המנסים ליישב בין תהליכים פיזיים והתנהגותיים. בעוד נפח המידע העצום שנוצר באמצעות הדמיית הדינמיקות העתידיות-מרחביות של מצבים שכאלו אינו מזוהה אינטואיטיבית כ'big data', הוא בהחלט מתאים לעולם

זה מבחינת נפח ומגוון¹. ברמה הכלל-מערכתית הרחבה יותר של האיזור העירוני, Zou, ועמיתים (2013) טוענים שהדינמיקות מלמטה-למעלה עוברות תהליך של הומוגניזציה בעת בחינה של תהליכים עירוניים מורכבים כגון זחילה עירונית (sprawl) או ציפוף. הם מציעים אסטרטגיה אלטרנטיבית לזו שנמצאת בשימוש לרב במודלים מבוססי-סוכנים וכוללת 'ניסויים קצרים בעצמות גבוהה' במסגרת של מטא-סימולציה. התוצאה הנה סימולציה מבוססת-סוכנים מואצת המאפשרת מעבר בין קני-מידה עיתיים-מרחביים שונים. בעבודות אחרות אנו מראים כי שינוי עירוני מורכב ברמת המאקרו, כגון התחדשות שימושי-קרקע ושינוי מורפולוגי עירוני לאחר רעידת אדמה, יכול להיות מנותח בצורה נאותה במסגרת סימולציה מבוססת-סוכנים רגילה (Grinberger and Felsenstein, 2014, 2015).

בעוד הספרות העוסקת בתוצאות העירוניות של אסונות תוך שימוש במודלים מבוססי-סוכנים הנה מצומצמת, ישנו אוסף רחב יותר של ספרות נלוות ממגוון מקורות הנוגעת בנושא באופן עקיף. Chen and Zhen (2008) משתמשים בסימולציית Paramics המסחרית בכדי להעריך טכניקות פינוי שונות על פני תנאים משתנים מבחינת רשת הכבישים וצפיפות אוכלוסייה. גישה אחרת הנה שילוב של יכולות ממ"ג (מערכות מידע גיאוגרפיות - GIS) עם כלים אנליטיים קיימים כגון חישה מרחוק כאמצעי לזיהוי נקודות כובד של אסונות (Rashed et al., 2007). לחילופין, ממ"ג ניתן לשילוב עם כלים לניתוח רשתות והדמייה תלת-מימדית בכדי לספק מיקרו סימולציה בזמן-אמת לתגובת חירום ברמת הבניין הבודד או המבטן (Kwan and Lee, 2005). Chang (2003) מציעה ברמה העקרונית, להשתמש במדדי נגישות ככלי להערכת השפעות של רעידת אדמה על מערכות תחבורה.

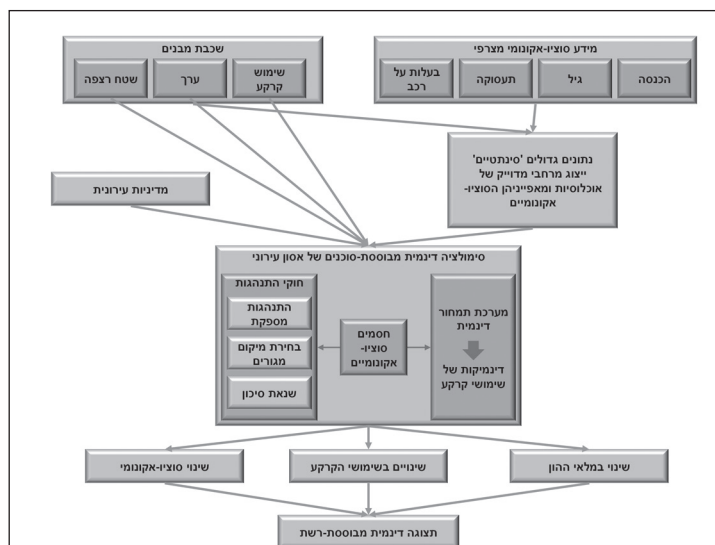
אתגר ייחודי להדמיות למיניהן נובע מהדינמיקות שנכללות במודלים מבוססי-סוכנים ובצורך לייצג אותן ויזואלית הן במימד המרחבי והן במימד העתי. בעולם ה-big data, אתגר זה גדל בשל הצורך להתמודד בזמן אמת עם כמויות גדולות של מידע שמשתנה בתדירות גבוהה. אתגר זה הינו מהמעלה הראשונה ומצריך שימוש נבון בטכניקות מיחשוביות, מאגרי מידע יחסיים וייצוג ויזואלי אפקטיבי. הספרות בתחום זה הינה מצומצמת במיוחד. בסביבה שאינה מבוססת-סוכנים, Keon ועמיתים (2014) מספקים דוגמה נדירה של האופן בו ניתן להשיג אינטגרציה שכזו. הם מציעים מערכת עיבוד מרחבי אוטומטי הכוללת הדמייה של הצפה כתוצאה מצונאמי ותנועת בני האדם בעקבותיה. הם מצוותים מערכת זו עם יכולות תצוגה מבוססות-רשת וכך מייצרים מנשק בו המשתמש יכול באמצעות דפדפן רגיל להגדיר ערכי פרמטרים, להריץ את הסימולציה ולצפות בתוצאות. מגוון של כלי תכנות הן בצד המשתמש והן בצד השרת נמצאים בשימוש במערכת זו בכדי לאפשר למשתמש רמת ואופן פונקציונליות סטנדרטית למיפוי דינמי מבוסס-רשת.

גישתנו מקדמת אינטגרציה זו צעד נוסף קדימה. אין אנו משלבים סימולציה מבוססת-סוכנים עם תצוגה מבוססת-רשת בלבד, אלא גם מייצרים את הביג דאטה הסינתטי המניע את המודל. כאשר נתונים אלו מיוצרים, יש צורך להקצות אותם מרחבית. הספרות מספקת מספר שיטות כגון רישות אוכלוסייה (population gridding; Linard et al., 2011), אינטרפולציה אווירית שבה נוצרים 'מיקומים' (Reibel and Bufalino, 2005) וייצוג דאסימטרי (dasymeric representation) אשר מתבסס על מאגרי מידע נלווים דוגמת

מפות אורות לילה או כבישים בכדי להעריך את מיקום האוכלוסיה (Eicher and Brewer, 2001; Mennis, 2003). גישה שונה, אשר אנו מאמצים, היא פיזור המידע בצורה בדידה ע"י שילוב של מקורות מידע אדמינסטרטיביים וסקרים בכדי לצור פיזור אוכלוסיה, ללא הסתמכות על אינטרפולציה או מיפוי דאסימטרי. תוצאות התהליך מפוזרות במרחב על בסיס שימוש בעוגנים מרחביים מתאימים. השיטה הזו הנה קרובה ביותר לתהליך שמציעים Harper and Mayhew (2012a,b) ובו מידע אדמינסטרטיבי משולב ומשווה מרחבית על פי מקורות מקומיים של מידע בדבר קרקעות ונכסים.

מסגרת העבודה

בהתאם לעבודה בעולם הנתונים הגדולים, מסגרת העבודה הנה מכוונת-נתונים (data-driven). תהליך זה מתואר באיור 1. מידע סוציו-אקונומי עבור יחידות אדמינסטרטיביות גסות (נתונים קטנים) מפורק ומפוזר במרחב ברמת הפרט על בסיס שכבת GIS של מבנים, כשלאחר מכן פרטים מקובצים ליצירת משקי-בית. המידע הסינתטי הנוצר מאפשר ניסוח פרופילים סוציו-אקונומיים מדויקים של האוכלוסיה באיזור המחקר (בהינתן ההסתברויות הרגילות הקשורות לפירוק של מידע) שילוב מידע זה עם מודלי סימולציה מבוססת-סוכנים מוסיף דינמיקות מרחביות ועיתיות למידע. התוצאה היא בסיס נתונים רב מימדי המאפשר גמישות מעבר למגבלות שמציבות חלוקות אדמינסטרטיביות מרחביות קונבנציונליות. התוצרים של תהליך זה מתייחסים לתהליכי שינוי במאפיינים הסוציו-אקונומיים, במערך שימושי הקרקע ובמלאי ההון לאחר רעידת אדמה. בכדי לתפוס באופן מלא את עושר המידע, אנו משתמשי בשירותי מיפוי מבוססי-רשת כאמצעי לייצור תוצרים ויזואליים נוספים.



איור 1: מסגרת המודל

מקרה המחקר

אנו מדמים רעידת אדמה במרכז ירושלים (איור 2). בעוד ירושלים ממוקמת כ-30 ק"מ מדרום-מערב לבקע ים המלח הפעיל, לא פקדה רעידת האדמה משמעותית את העיר מאז 1927. אמנם מרכז העיר שוכן באיזור יציב באופן יחסי מבחינה סייסמית, אך רבים מהמבנים במקום נבנו בטרם נאכפו תקנות בנייה לרעידת אדמה ולכן ישנו בסיס לצפות לנזק במקום בעת רעידה עתידית (Salamon, Katz & Crouvi, 2010). איזור המחקר מאכלס 22,243 פרטים, הוא מכסה 1.45 קמ"ר ומאופיין במיעוט של בניינים רבי-קומות בקרב בנייה נמוכה יחסית. מגוון של שימושי-קרקע קיים באיזור והוא מיוצג ע"י מבנים למגורים (שטח-רצפה כולל של 243,000 מ"ר, 717 מבנים), מבני מסחר (505,000 מ"ר, 119 מבנים) ומבני ציבור ומנהל שונים (420,000 מ"ר, 179 מבנים). בתוך האיזור שוכנות שתי פונקציות מסחריות מרכזיות: שוק מחנה יהודה והמע"ר. שלושה צירים תנועה עיקריים חוצים את האיזור ומובילים לעומסי תנועה: רחובות אגריפס ויפו (תוואי הרכבת הקלה) על ציר צפון-מערב דרום-מזרח ורחוב קינג ג'ורג' המשתרע מצפון לדרום. אי לכך, האיזור מציג אוסף הטרוגני של שימושי קרקע לצד עומסי תנועה גבוהים.

נתונים גדולים עבור אסונות גדולים

יצירת נתונים סינתטיים גדולים

ייצוג מדויק של מידע מרחבי הינו חיוני הן עבור התכנונות למצבי אסון והן עבור טיפול במצבי חירום בזמן-אמת. עם זאת, תופעות מרחביות אינן חופפות לרב לגבולות האדמיניסטרטיביים של המידע המקורי. אי לכך, קיים צורך לפזר באופן מדויק מידע סוציו-אקונומי אלפא-נומרי בין פרטים ומשקי-בית בתוך היחידות המרחביות על פי הן נאסף המידע. אנו משתמשים במערכת מבוססת מ"ג המקצה אוכלוסיות למבנים, על בסיסה נוצר מאגר נתונים מרחבי בו כל פרט מיוצג על ידי רשומה ייחודית. כל ישות במאגר זה הנה בעלת מערך ערכים יחודיים של מאפיינים סוציו-אקונומיים. באופן מצרפי, כל הישויות הפרטניות בתוך יחידה מרחבית מקורית מייצגים בצורה מדויקת את ההתפלגות של המשתנים הסוציו-אקונומיים בתוכה. תהליך הפירוק וההקצאה מאפשר ייצוג שאינו זמין בדרך כלל של ההתפלגות המרחבית של משתנים סוציו-אקונומיים. מאגר זה של נתונים סינתטיים גדולים מניע את הסימולציה מבוססת-הסוכנים ותומך באיפיון הייחודי של כל סוכן. איפיון זה מעצב את תהליכי קבלת ההחלטות של הסוכנים.

המודל מונע על ידי מידע בשלוש רזולוציות שונות: מבנים, משקי-בית ופרטים. המידע המקורי מסופק ברזולוציה של איזורים סטטיסטיים (א"ס) על פי הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (הלמ"ס)². אנו משתמשים בהליך פירוק בו מידע מרחבי אשר נאסף עבור אוסף מסויים של יחידות מרחביות מוקצה לאוסף יחידות אחר. הקצאה זו ניתנת לביצוע במגוון של דרכים כגון אלגוריתמים מרחביים, טכניקות ממ"גיות, מערכות משקולות מרחביים ועוד (Reibel and Bufalino, 2005). שכבת הממ"ג מספקת את התפרושת הלאומית של מבנים בצירוף שטח הגג שלהם (שטח הפולגון המייצג את החתימה הדו-ממדית של הבניין), גובה הבניין ושימוש הקרקע העיקרי שלו. מכך ניתן לחשב את שטח הרצפה עבור כל בניין (שטח הגג כפול מספר הקומות) ולאכלס

אותו בדיירים אשר להם מוקצים התכונות הסוציו-אקונומיות הרלוונטיות של הא"ס אליו הם שייכים, בהתאם להתפלגות המקורית של תכונות אלו בתוך הא"ס. באופן זה, נתונים סטטיסטיים גדולים נוצרים מיחידות מרחביות ברזולוציה גסה יחסית. המשתנים שעל פיהם מאוכלסים המבנים ואשר מניעים את המודל הנם :

- רמת המבנה: שימוש-קרקע, שטח-רצפה, מס' הקומות, ערך המבנה, מספר משקי בית.
- רמת משק הבית: מספר הפרטים, הכנסות, בעלות על רכב.
- רמת הפרט: חברות במשק בית, נכות, השתתפות בכח העבודה, תחום תעסוקה, גיל, מקום עבודה.

משתנים אלו ומשתנים אחרים אשר בשימוש במודל, מקורותיהם ורמת הפירוק שלהם מופיעים בטבלה 1.

פירוק ברמת הביניים: הבסיס של תהליך פירוק זה נעוץ בחישוב שטח הרצפה עבור כל בניין על פי שטח גג ושימוש קרקע. אנו מניחים גובה קומה ממוצע של 5 מ' עבור מבנים למגורים ו-7 מ' עבור מבנים לא-למגורים. ערכים אלו הנם התוצר של השוואה בין סך כל שטח הרצפה הארצי הבנוי (עבור כל שימוש קרקע) לבין סך כל השטח שחושב באמצעות שכבת המבנים.

התהליך בשלמותו מתבצע באופן אוטומטי על ידי קוד לעיבוד המידע האלפא נומרי והמרחבי ב-SQL וב-Python והתוצאות המתקבלות בכל שלב מאוחסנות במאגר נתונים מרחבי. התהליך כולל ראשית הקצאה פרופורציונלית של פרטים ומאפיינים סוציו-אקונומיים למבנים, כאשר הערך של משתנה מסויים במבנה (דוגמת אוכלוסיה) הינו פרופורציונלי למשקל של הבניין ביחס לסה"כ בא"ס במונחים של שטח-רצפה. על בסיס תהליך זה, כל פרט מאופיין סוציו-אקונומית. לאחר מכן, הפרטים מקובצים למשקי בית ומתבצע תהליך איפיון של משקי-הבית. פרוצדורה זו משמעותה בהכרח אובדן מידע בשל החלוקה של מספרים שלמים כגון מספר משקי-בית ופרטים בשברים כגון שטח-רצפה עבור חישובי צפיפויות ואחוזים עבור התפלגות מאפיינים סוציו-אקונומיים. בכדי להמנע מאובדן זה ולהגיע לסכומים ברמה הארצית אשר שווים למקור, קטעי הקוד בסביבת ה-SQL כוללים פיצוי עבור אובדן (או תוספת) מידע בעת המעבר מנתונים עשירניים לערכים שלמים וכך הערכים הכלליים המקוריים תמיד נשמרים.

פירוק ברמת הפרט: המידע ברמת המבנה משרת כבסיס עבור המשך תהליך הפירוק ברמה זו. מאגר המבנים כולל 1,075,904 רשומות, מתוכן 771,226 מייצגות מבנים למגורים שאליהם מוקצים 7,354,200 תושבים. הליך ההקצאה מתחיל עם הענקת מספר זיהוי ייחודי לכל פרט, כך שהוא ייוצג במאגר הנתונים כישות ייחודית המקושרת למבנה ספציפי. לאחר מכן, כל פרט ממוקם בנקודה רנדומלית (קואורדינטה) בתוך המבנה אליו הוא משוייך. בכל מבנה, המאפיינים הדמוגרפיים (השתתפות בכח העבודה, מגזר תעסוקה, נכות וקבוצת גיל) מוקצים לכל פרט, כך שהפרטים ייצגו את התפלגות משתנים האלו במבנה, כאשר התפלגות זו נובעת מההתפלגות בא"ס אליו משוייך המבנה. באותו אופן, ההתפלגות של מקום התעסוקה של פרטים על פי מגזר תעסוקה נגזר מסקר תחבורה מבוסס-GPS שנערך על ידי צוות תוכנית אב לתחבורה בירושלים (Oliveira et al., 2011). הדבר נעשה בכדי

לקבוע את ההתפלגות של התושבים העובדים בתוך או מחוץ לאיזור המחקר על פי מגזר התעסוקה שלהם ולהעניק על פי כך ערכים בינאריים מתאימים לפרטים.

טבלה 1: משתנים בשימוש במסגרת המודל

משתנה	מקור	יחידה מרחבית	ערך	רמת פירוק
ערך מ"ר למגורים	רשות המס 2008-2013	א"ס	ערך ממוצע למ"ר מגורים בש"ח 2008-2013 (ריאלי במונחי 2009)	מבנה
ערך מפעלים לא-למגורים	מידע כספי של רשויות מקומיות (למ"ס)	רשות מקומית	ערך איזורי כולל של מלאי המבנים לא-למגורים בש"ח	מבנה
ערך ציוד ומיכון לא-למגורים	הערכה (Beenstock et al., 2011)	רשות מקומית	ערך איזורי כולל של מלאי ציוד לא-למגורים בש"ח	מבנה
מספר משקי-בית	למ"ס 2008	א"ס	מס' משקי-בית בא"ס	מבנה, משק-בית
מספר תושבים	למ"ס 2008	א"ס	מס' תושבים בא"ס	מבנה, פרט
הכנסה חודשית ממוצעת של משקי-בית	למ"ס 2008	רשות מקומית	הכנסה חודשית ממוצעת למשק-בית בא"ס	מבנה, משק-בית
השתתפות בכח העבודה	למ"ס 2008	א"ס	עובד / לא עובד	מבנה, פרט
תעסוקה לפי מגזר	למ"ס 2008	א"ס	מסחר/ ציבורי/ תעשייתי/ מבוסס-מגורים/ לא ידוע	מבנה, פרט
אחוז בעלי נכות	למ"ס	א"ס	%בעלי נכות בא"ס	מבנה, פרט
גיל	למ"ס	א"ס	0-18/19-64/65+	מבנה, פרט
מקום העבודה	סקר GPS 2014	סקר של פרטים	בתוך האיזור / מחוץ לאיזור	פרט

התקבצות למשקי-בית והקצאת מאפיינים: פרטים מוקצים למשקי-בית על פי מספר משקי-הבית במבנה. הקצאה זו יוצרת ישויות חדשות במאגר הנתונים המייצגות משקי-בית, ואשר משוייכות למבנים ופרטים משוייכים אליהן. תהליך זה יוצר הטרוגניות בתוך משק-הבית מבחינת קבוצות גיל במטרה לייצר ייצוג של "משק-בית מסורתי" הכולל גם מבוגרים וגם ילדים. אלגוריתם איטרטיבי המקצה פרטים על פי סדר של גיל למשקי-בית מבצע את ההקצאה הזו בצורה אוטומטית. בהתאם להתפלגות הגילאים במבנה, האלגוריתם מקבץ פרטים למשקי-בית המייצגים בצורה דומה, אך לא זהה,

אותן שכבות גיל. כל משק-בית מקבל ערך של הכנסה ממוצעת על פי הממוצע בא"ס, וכך גם עבור משתנים אחרים כגון בעלות על רכב. איור 3 מדגים את תהליך פירוק המידע בצורה גרפית.

- שילוב המידע במודל מבוסס-סוכנים

המידע ברזולוציה גבוהה שנוצר על פי התהליכים שפורטו לעיל משולב עם מודל מבוסס-סוכנים. מכיוון שסוכנים הנם המניעים העיקריים של שינוי במודל ושתהליכי מאקרו מפורקים לכדי פעולותיהם הפרטניות, שילוב זה הופך את המגבלות שנוצרות על ידי חלוקות אדמינסטראטיביות שרירותיות לחלשות עוד יותר. בהקשר הנוכחי, הדבר מאפשר לנו להתייחס לאופי העתי-מרחבי הייחודי של האסון ולהשפעות ארוכות הטווח שלו. בכדי לעשות זאת, אנו מאפיינים את שלושת המרכיבים הבסיסיים של מודל מבוסס-סוכנים: סוכנים, סביבה וכללים המנחים את האינטראקציות בין סוכן לסוכן ובין סוכן לסביבתו (Macal & North, 2005).

המידע מספק לנו את שני המרכיבים הראשונים כאשר פרטים מהווים את הסוכנים ומבנים מאפיינים את הסביבה העירונית. המודל עצמו משקף את הדינמיקות של המערכת העירונית באמצעות אוסף של כללי התנהגות פשוטניים. אלו מנחים את האינטראקציות בתוך המערכת בכל איטרציה (איור 4) אשר מייצגת יום אחד, כאשר בתוך המערכת נכללת גם הפרעה חיצונית המייצגת את רעידת האדמה.

במסגרת הסימולציה נוצרת ישות המייצגת כל פרט, משק בית ובניין וכוללת את המאפיינים הסוציו-אקונומיים שלו. זיהוי מקום העבודה הספציפי עבור כל פרט שמועסק בתוך גבולות איזור המחקר נעשה על בסיס של התנהגות מספקת (satisficing). המבנה הראשון אשר מספק רמת העדפות שהוגרלה רנדומלית במונחים של מרחק ממקום המגורים ונפח שטח-רצפה (בהנחה שפונקציות גדולות יותר מושכות יותר עובדים) וכן הינו בעל שימוש קרקע אשר מווייך למגזר התעסוקה של הפרט נבחר כמקום התעסוקה של הסוכן. דפוס התנהגותי זה נבחר בכדי לייצג את הנטייה האנושית לא לחפש אחר האלטרנטיבה הטובה ביותר, אלא לבחור את האלטרנטיבה הראשונה המספקת סף תועלת מסויים וכיוון שהוא יוצר פחות עומס חשובי במסגרת המודל.

התנהגות הסוכן (תהליך מלמטה-למעלה): הסימולציה הנוכחית מאפיינת את העיר כישות מרחבית אשר אירגונה צומח מתוך ההתנהגות המצרפית של כלל תושביה. אי לכך, פרטים ומשקי-בית מזוהים כסוכנים במערכת זו. התנהגותם מופשטת לכדי שתי החלטות: החלטת משקי-הבית בדבר מקום מגורים והחלטת הפרטים בדבר מיקום ורצף פעילויות. הראשונה מבין אלו הנה הסתברותית ומסתמכת על היחס בין ערכים מוגרלים באקראי עבור כל משק בית לבין הסתברויות אקסוגניות להגירה החוצה (הערך מתייחס לרמת העיר) או להגירה פנימית (ערך ברמת הא"ס)³. תהליך בחירת מקום מגורים חדש הינו דומה לתהליך הקצאת מקום עבודה, כאשר המבנה הנבחר הוא הראשון אשר עלות המגורים בו שווה או קטנה לשליש מהכנסת משק הבית ואשר ההבדל בין הפרופיל הסוציו-דמוגרפי של סביבתו והפרופיל של מקום המגורים הנוכחי הינו מתחת לרף סובלנות (רמת העדפות) שמוגרל אקראית עבור כל משק-בית. אם לאחר 100 איטרציות לא נמצא מקום מגורים שעומד

בדרישות הללו, משק-הבית עוזב את איזור המחקר. הסוכנים המשוויכים למשק הבית משנים מיקום בהתאם לתוצאות התהליך. המודל מתייחס גם להגירה פנימה, כאשר המספר הפוטנציאלי של משקי-בית חדשים בכל איטרציה הינו פרופורציונלי למספר יחידות הדיור הפנויות ותלוי ביחס אקסוגני בין הגירה פנימה והגירה החוצה. משקי-בית חדשים בעלי 2 חברים או פחות מורכבים ממבוגרים בלבד. אלו עם יותר חברים מכילים לפחות סוכן אחד משכבות גיל מבוגרות ומאפייניהם הסוציו-אקונומיים משקפים את ההתפלגויות ברמה העירונית של תכונות אלו.

בכל איטרציה הסוכנים מבצעים מגוון של פעילויות בתוך איזור המחקר. פעילויות אלו הן חשובות עבור דינמיקות של שימושי קרקע ודפוסי ניידות של שימושים אלו (ראו בהמשך). מספר הפעילויות לסוכן ליום נע בין 0 ל-11 על פי המאפיינים הסוציו-דמוגרפיים של הסוכן והעדפות אקראיות, כאשר ערכים כגון השתתפות בכח העבודה, תעסוקה בתוך האיזור, נכות, בעלות על רכב ושכבת גיל המשתתפת בכח העבודה מעודדים פעילות מרחבית. מיקום הפעילויות (פרט למיקום פעילות העבודה עבור סוכנים המועסקים בתוך האיזור) נקבע בתהליך דומה למקום מגורים ותעסוקה. בתהליך זה, מיקום פעילות נקבע על פי היחס בין העדפות רנדומליות ואטרקטיביות של מיקומים, אשר נקבעת על פי מרחק מהמיקום הנוכחי של הסוכן, נפח שטח-הרצפה והסביבה של המיקום. סביבה בעלת מספר גדול של מבנים ריקים נתפסת כמאיימת ולא אטרקטיבית. התנועה בין שתי נקודות אינה בהכרח במסלול הקצר ביותר. האלגוריתם בו נעשה שימוש הינו פשוטי יותר ומבוסס על מרחק-אווירי בכדי להפחית בעומס עבודת המחשוב ולשקף מאפייני התנהגות מספקת.

השפעות סביבתיות (תהליכים מלמעלה-למטה): כתוצאה מאיפיון המערכת כתוצר של התנהגות תושבים, מודלים מבוססי-סוכנים מאופיינים בהדגשה של צד הביקוש. בשוק משוכלל המשמעות היא שהסוכנים מחפשים דיור זול יותר. עם זאת, בצד ההיצע קבלנים ויזמים ייטו לבנות היכן שהמחירים (הרווחים) הנם גבוהים וכך מחירים יעלו עם עלייה בגודל האוכלוסיה וירדו עם עלייה במלאי הדיור. במודלים מבוססי-סוכנים צד ההיצע אינו מובא בחשבון לרב. אנו מנסחים תהליך שפועל מלמעלה בכדי לקבל תמונה מלאה יותר של פעילות בשוק הדיור. לשם כך, אנו מאפיינים יחידות אדמיניסטרטיביות, מבנים ויחידות דיור כ'סוכנים-למחצה'. ישויות שאינן אוטונומיות או ניידות אך כן רגישות לשינויים בסביבתם על פי חוקים מוגדרים של השפעה (Torrens, 2014). הרגישות הגבוהה ביותר היא להתפלגות של הפעילות המסחרית ולערכי מבנים. בתהליך ההשפעה הסביבתי שינויים אגרגטיביים בצד הביקוש (דינמיקות של האוכלוסיה ושל פעילות) מובילים לשינויים במערך שימושי הקרקע ויוצרים השפעות אשר מחלחלות מרמת הא"ס ליחידת הדיור הבודדה ולבסוף לרמת התושב הבודד.

אנו מניחים שככל ששימוש מסחרי הינו גדול יותר במנחים של שטח-רצפה, כך הוא ידרוש יותר פעילות בכדי להציג ריווחיות. כמו כן, אנו מניחים שנפח הפעילות מיוצג ע"י רמת עומסי התנועה בסביבה הקרובה למבנה. אי לכך, פעילות מסחרית מוצלחת דורשת התאמה פרופורציונלית בין שטח-הרצפה במיקום ונפחי התנועה בסמוך אליו. על פי ניסוח זה, כל פונקציית מסחרית שעבורה אין התאמה שכזו, לא תשרוד ותהפוך לריקה משימוש בעוד שימושי

מגורים ליד צירים עמוסים יהיו בעלי פוטנציאל להפוך לשימושים מסחריים. במקרה שכזה, הסוכנים הדרים במבנה יאלצו לעבור למיקום אחר או להגר החוצה. בכדי להמנע מאינפלציה של שימושים מסחריים קטנים וחוסן נמוך של שימושים גדולים, ההסתברויות לשינוי מתמתנות לקראת הקצוות.

השינויים בביקוש מובילים לתהליך מלמעלה הגורם לשינויים במחירי יחידות דיור המבוסס על דינמיקות של היצע וביקוש. מחיר ממוצע למ"ר מוגדר בתחילת הסימולציה בכל א"ס עבור מגורים ושימושים אחרים. עם השינויים במערך שימושי הקרקע ובגודל האוכלוסייה, ביקוש והיצע משתנים גם הם וגורמים לתנודות במחירים אלו. אנו מניחים שמחיר ממוצע של מ"ר לא-למגורים מושפע משינויים בהיצע בלבד (עלייה במספר המבנים לא-למגורים תוביל לירידה במחיר). המחיר הממוצע של מ"ר מגורים מושפע גם כן משינויים בפעילות המסחרית, אשר מייצגת קרבה לשירותים, כאשר עלייה בהיצע השירותים תוביל לעלייה במחיר. בנוסף, המחיר למגורים מושפע מגודל האוכלוסייה (ביקוש – קשר ישיר) ומספר המבנים למגורים (היצע – קשר הפוך). השינויים במחירים הממוצעים גורמים לשינויים בערכי מבנים בהתאם לנפחי שטח-רצפה. שינוי זה מושפע גם מרמת השירותים (המיוצגת ע"י היחס בין מספר המבנים המסחריים ומספר המבנים למגורים) בסביבת המבנה הספציפי ביחס לרמה הכללית בא"ס. ככל שהרמה באיזור הבניין גבוהה יותר מהממוצע האיזורי, כך עולה ערכו. שינויים אלה ממשיכים לחלחל אל העלות החדשית של מגורים ביחידת הדיור הבודדת, כאשר אנו מניחים אחידות במחירים של יחידות דיור בתוך אותו בניין, כך שהעלות של כל יחידה היא העלות הממוצעת בבניין. עלויות אלו משפיעות על תהליכי קבלת החלטות של סוכנים בהקשר של מיקום מגורים באיטרציה הבאה.

רעידת האדמה: רעידת האדמה מנוסחת כזעזוע חד-פעמי המתפשט ממוקד מסוים, כאשר עוצמת ההשפעה פוחתת עם המרחק. הרעידה מתרחשת ביום ה-51 של הסימולציה כך שלמערכת יהיה מספיק זמן לאתחל את עצמה ולתהליכים בתוכה להתייצב. מיקום המוקד נקבע רנדומלית בכדי שהתוצאות הממוצעות על פני הרצות של הסימולציה לא יציגו הטייה מרחבית. ככל שהזעזוע מתפשט, כך הוא זורע הרס בסביבה. ההסתברות שמבנה יתמוטט כתוצאה מהזעזוע הנה פרופורציונלית הן למרחק מהמוקד ולגובה המבנה. כאשר מבנה מתמוטט, הכביש הסמוך אליו נחסם ונשאר כך עד אשר המבנה משוקם. תקופת הבנייה מחדש הנה פרופורציונלית לנפח שטח-הרצפה.

הדמייה ותוצאות

התוצאות המוצגות כאן מתייחסות לשלושה נושאים עיקריים: שינוי בשימושי הקרקע, שינוי בערכי מלאי ההון ושינוי סוציו-אקונומי. אלו משקפים שלושה מימדים של פגיעות עירונית לזעזועים לא-צפויים: פגיעות תיפקודית, כלכלית וחברתית בהתאם. התוצאות מציגות את הממוצע של 25 הרצות של הסימולציה, כאשר כל הרצה מתייחסת ל-1000 איטרציות (ימים). כמו כל שינוי קטסטרופלי, ההשפעות המיידיות של רעידת האדמה הן אובדן של אוכלוסייה ונזקים למבנים ותשתיות. אך, כפי שמדגימות התוצאות, נזקים אלו מובילים לסבב שני ועקיף של השפעות הנגרם מהאופן בו הסוכנים מגיבים לתנאים החדשים שנוצרו.

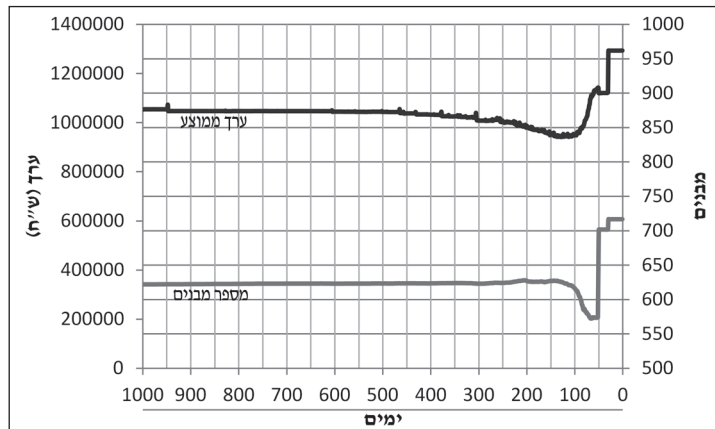
- דפוסי תנועה ושינוי במערך שימושי הקרקע

אנו מציגים סדרה של מפות הממחישות את השינוי בנקודות זמן נבחרות בשימושי הקרקע (ממסחרי למגורים וההיפך) ובהתפלגות של דפוסי התנועה המלווים אותו (איורים 5 ו-6). כפי שניתן לראות, בתקופה שלאחר האסון הצירים המסחריים העיקריים הנעים ממערב למזרח ומצפון לדרום מאבדים מחשיבותם כתוצאה משינויים לדפוסי התנועה. בתוך 50 ימים מיום הרעידה ($T=100$), עומסי התנועה המרכזיים בחלקים הצפון-מערביים של האיזור מוסטים לדרום ובצורה חלשה יותר לצפון-מזרח השטח ולמרכזו. הפעילות המסחרית מגיבה לשינוי ומקבץ חדש של שימושים מסחריים בגודל בינוני מופיעים בדרום-מערב. עם זאת, עד יום 500 התוצאות מראות היפוך של דפוס זה, כאשר ההתאוששות של רשת הדרכים, לצד ההשפעות המעגנות של פונקציות מסחריות גדולות, עוזרות לרחוב אגריפס לחזור למעמדו המרכזי ומובילות ליצירת מקבץ מסחרי חדש בקרבתו. למרות זאת, ההשפעה המיידית כן מובילה לשינוי קבוע. שימושי קרקע מסחריים הופכים לנפוצים יותר בחלק הצפון-מזרחי של האיזור ונראה שמרכזיותו של המערך נפגמת חלקית כתוצאה מהתרוקנות שימושים בקרבו. שימושים אלו הנם בעלי נפח שטח-רצפה גדול יחסית למבנים במקבצים החדשים שמופיעים. משמעות הדבר היא שקיימת אפשרות לתוספת גדולה לשוק הדיור במידה ושימושים אלו יהפכו למגורים. כשנה לאחר הזעזוע כמעט ולא ניתן לראות שינוי נוסף כאשר דפוסי התנועה מתייצבים, מבנים ריקים מתמלאים בשימושים והפוטנציאל לשינוי בשימושי קרקע קטן. מהיציג התלת-מימדי של תדירות השינוי של שימושי קרקע (איור 6) ניתן לזהות את נקודת המפנה בזמן בה מבנים שהיו ריקים מתמלאים. בין יום 500 ויום 1000 שימושי קרקע נוטים להתחדש כאשר מבנים ללא שימוש חוזרים לתפקד.

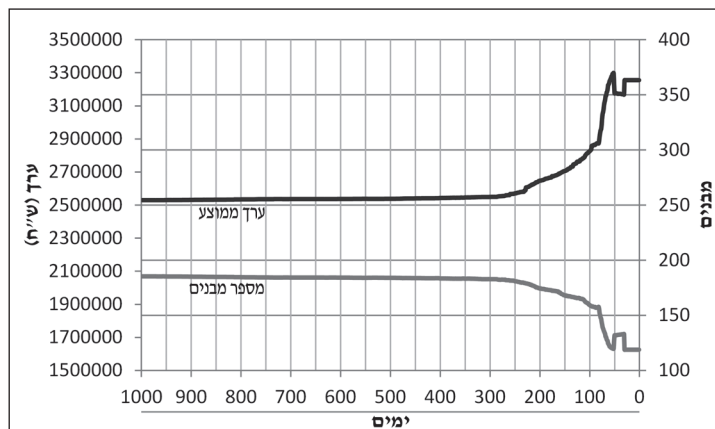
- שינוי בערכי מלאי ההון

התיאוריה הכלכלית-עירונית טוענת שקיים קשר הפוך בין הביקוש למלאי הון (למגורים ולא למגורים) לבין המחיר וקשר ישיר בין היצע מלאי ההון לבין המחיר (Smith 1969) בעולם מבוסס-הסוכנים שלנו, הביקוש משתנה עם שינויים באוכלוסיה וההיצע כתוצאה מהרס מבנים או שינויים בשימושי הקרקע הקשורים לתנועה על הכבישים ונגישות לשירותים. התוצאות הממוצעות של הסימולציה מראות שעבור מלאי הדיור מספר המבנים יורד לכ-600 לאחר כ-100 ימים ואינו מתאושש לאורך זמן (איור 7). מחירי דיור ממוצעים עם זאת, נוטים לעלות רק לאחר 500 ימים לרמה של 90% מהערכים טרום האסון. מאחר והאוכלוסיה לא חוזרת לרמתה המקורית (ראה בהמשך) את ההתאוששות המאוחרת הזו ניתן לזקוף למחסור בהיצע ולעלייה ברמת השירותים שבולטת בשינויים במערך שימושי הקרקע (ראה סעיף 5.1). עם זאת, העובדה שמלאי דיור מצומצם מציג ערכים ממוצעים דומים למצב המקורי מציעה שהשינוי נובע גם משינוי בנפח שטח-הרצפה של המבנים למגורים, אשר עולה ב-12.7%. ממצא זה מצביע על כך שבניינים בעלי נפח גבוה של שטח רצפה שבמקור הכילו שימושים מסחריים הפכו לבנייני מגורים. מלאי השימושים המסחריים מתנהג בצורה שונה לגמרי שכן הוא מציג עלייה מתמדת וארוכת-טווח בגודל לצד ירידה בערכים ממוצעים. בניגוד למלאי הדיור, נקודת המפנה מתרחשת לאחר כשנה (איור 8). בעבודה

אחרת זיהינו זאת כתהליך של פיזור פעילות מסחרית לאחר האסון, ממרכזים גדולים ליחידות שכונתיות קטנות (Grinberger and Felsenstein, 2014). התוצאות הנוכחיות מראות תמונה דומה: מספר היחידות גדל אך ערכם הממוצע קטן שכן המבנים בדרום-מערב ובצפון-מזרח האיזור מציגים נפחי שטח-רצפה נמוכים יותר (ירידה של כ-20% בנפח שטח רצפה ממוצע עבור שימושים מסחריים).



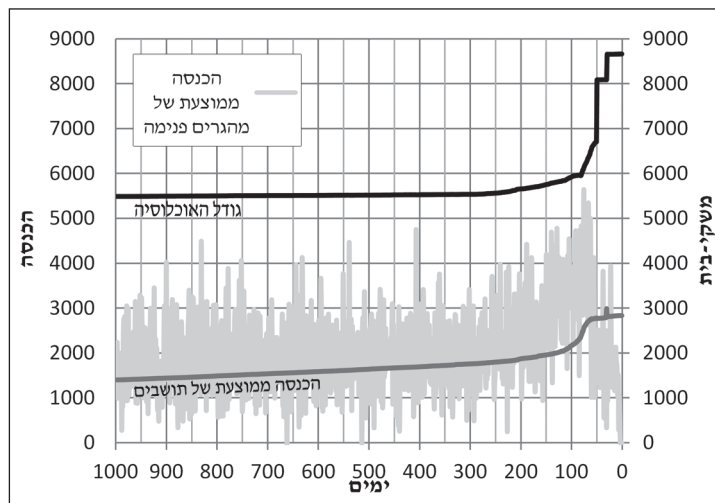
איור 7: שינויים לאורך זמן בגודל וערך ממוצע של מלאי המבנים למגורים



איור 8: שינויים לאורך זמן בגודל ובערך ממוצע של מלאי המבנים המסחריים

דינמיקות של אוכלוסיה

האפקט הראשוני של האסון הוא אובדן מיידי של יותר מ-1,300 משקי-בית בממוצע (איור 9). ההגירה החוצה ממשיכה ומתייצבת לאחר כ-200 ימים לאחר רעידת האדמה על גודל אוכלוסייה של כ-5,500 משקי בית. התייצבות זו הנה מקבילה כמעט לגמרי להתייצבות של מלאי השימושים המסחריים. הדבר מצביע על כך שהסבב השני של השפעות על מערך שימושי קרקע מוביל לניידות של האוכלוסיה ומאחר שמלאי המבנים למגורים אינו מתאושש בקצב מספק, אוכלוסייה זו נדחפת אל מחוץ לאיזור. היות ומלאי יחידות הדיור גדל עם שינוי השימוש של מבנים מסחריים גדולים, המשמעות היא שמלאי הדיור הינו רחוק מלהיות מלא. כיוון שהמבנים הגדולים מכילים יותר יחידות דיור, המשמעות של שינוי הייעוד שלהם היא שהעלות הממוצעת של מגורים ביחידת דיור יורדת ולכן ישנו פוטנציאל לניידות בתוך האיזור של משקי-בית ממעמד סוציו-אקונומי נמוך. העובדה שההכנסה הממוצעת של מהגרים פנימה הנה גבוהה יותר באופן עקבי מההכנסה הממוצעת (איור 9) מציעה שהירידה בהכנסה הממוצעת נובעת מכך שאוכלוסיה זו אכן נשארת ורק משנה מקום, בעוד אוכלוסייה עשירה יותר נוטה לעזוב.



איור 9: שינויים לאורך זמן בגודל אוכלוסיה והכנסה

מבט אל ההתפלגות המרחבית של תנועות האוכלוסיה בין מבנים לאורך הזמן מאפשר לנסח מדד משוקלל של פגיעות חברתית, תיפקודית וכלכלית. היחס הפשוט בין מספר משקי הבית הנכנסים למשקי-הבית היוצאים ממבנה בכל נקודת זמן בדידה מהווה אינדיקציה עבור נפח התנועה דרך המבנה ועבור יציבות האוכלוסיה בתוכו. איור 10 מציג סיכום של יחס זה. ערך 'משיכה' גבוה אינו בהכרח סממן של יציבות או אף של אטרקטיביות. יתכן שזהו מאפיין של ארעיות וחוסר-יציבות. התמונה הכללית המתקבלת מאיור זה

היא של דינמיקות מגורים לא יציבות. תוצאות הסימולציות מציעות שכמעט אף לא אחד ממבני המגורים המקוריים היו אטרקטיבי בצורה עקבית עבור אוכלוסיה, כאשר רובם לא שומרים על מספר הדיירים המקורי לאחר רעידת האדמה. עבור רב המבנים הדבר נובע מפגיעה פיזית או משינוי פונקציונלי כגון ממגורים למסחר. נראה שרק שימושי מגורים פונקציונליים חדשים שבמקורם הנם מסחריים מושכים אוכלוסייה באופן עקבי. ההשפעות הישירות והעקיפות של הזעזוע מייצרות תחלופה גבוהה של משקי בית בין המבנים אך ללא אינדיקציה להעדפה של מבנה או חלק ספציפי מאיזור המחקר. סך שטח-הרצפה שעבורו נרשמה תנועה פנימה (משיכה חזקה/ חלשה) מהווה 75% מסך שטח-הרצפה עבורו נרשמה תנועה החוצה (דחיקה חזקה/חלשה). עובדה זו רק מדגישה את תהליך השינוי המתמיד באיזור.

פגיעות חברתית-כלכלית

בחינה מעמיקה יותר של תנועת האוכלוסיה מוצגת באיור 11, כאשר תמונות מצב בנקודות זמן שונות של ההתפלגות המרחבית של פגיעות חברתית מוצגות. בעקבות Lichter and Felsenstein (2012), אנו מודדים פגיעות חברתית באמצעות מדד משוכלל המתחשב במאפיינים סוציו-אקונומיים שונים⁴.

בדומה לדגמי התנועה, דגמי המגורים ביום ה-100 מציגים תהליך של פיזור בו משקי-בית פחות פגיעים שהיו מרוכזים בתחילה במערב נעים מזרחה. אוכלוסיה זו הנה לרב בעלת הכנסה יותר גבוהה ולכן יותר משאבים זמינים לה בתהליך שינוי מקום המגורים. מכיוון שסוכנים הנם בעלי סובלנות מוגבלת לשינוי חברתי בסביבת המגורים שלהם (ראו סעיף 4.2) אין זה מפתיע לגלות שהיעדים הנבחרים הנם באיזורים שהציגו פגיעות נמוכה יותר מלכתחילה (צבעים ירוקים בהירים ביום ה-50). לאחר היום ה-100, דפוסי המגורים עוברים תהליך התקבצות מחדש, בדומה להתקבצות של דפוסי תנועה ושימושי קרקע. עם זאת, התקבצות זו יוצרת בסיס לדפוס מרחבי חדש כאשר מקבצים קטנים של אוכלוסיה חזקה משמשים כגרעינים להמשך האגלומרציה. המשיכה של משקי-בית בעלי מאפיינים סוציו-אקונומיים דומים למקבצים אלו מובילה להרחבתם ולתהליך כללי של התכנסות. תהליך זה קורה ברזולוציה מרחבית גבוהה הרבה יותר מאשר זאת של האזור הסטטיסטי. יצירת ייצוג ויזואלי של תהליך זה מונעת הומוגניזציה של דפוסים. לדוגמה, ניתן לזהות פיזור במהלך הזמן של אוכלוסיה פגיעה יותר כאשר דפוסי הפגיעות על ציר מזרח-מערב בנקודת הזמן לפני הרעידה מתחלפים בתמונה הטרוגנית יותר.

הנגשה מבוססת-רשת של התוצאות

את עושר התוצאות שהוצגו בסעיף 5 קשה לייצג ולתקשר. הנפח והמגוון של הנתונים הגדולים ששימשו כתשומה מתבטאים במורכבות של תוצרים אלו. יש לציין שמורכבות זו נחשבת גם כן מרכיב של Big Data. תוצרים אלו מיוצרים עבור המשתנים השונים הן עבור יחידות מרחביות שונות והן עבור המימד העתי, כאשר דינמיקות זמן-מרחב אלו מאופיינות בהיותן לא-ליניאריות. אופי זה של המידע הנוצר מצריך טכניקות הצגה המסוגלות להתמודד עם ייצוג מרחבי ועתי של כמות גדולה של נתונים. מצב עניינים

זה קורא לבנייה מתוככמת של מאגר המידע, כזו שתאפשר לא רק תצוגה דינמית אלא גם תשאול של המידע בצורה ידידותית למשתמש. אנו רואים במאמץ להשיג זאת כחוליה קריטית בתהליך הקישור בין תוצרי סימולציה הנוצרים בסביבות מחקריות לבין השימוש הפוטנציאלי שלהם על ידי צרכנים כגון מתכננים, מקבלי החלטות והציבור בכלל.

איך לכך, התוצאות מוצגות באמצעות יישום מבוסס-רשת. הדבר מאפשר להנגיש את התוצאות באופן לא מאיים ואינטואיטיבי (ראה <http://ccg.huji.ac.il/AgentBasedUrbanDisaster/index.html>). תוך שימוש בדפדפן רשת, המשתמש יכול לייצר תוצאות עבור אזורים שונים ונקודות זמן שונות ללא צורך בידע קודם בתחום הממ"ג או בטיפול במידע מרחבי. משתמשים יכולים לבחור להתמקד במשתנה ספציפי, לייצג את השינוי שלו על פני זמן ומרחב ולייצר את המידע תלוי-המקום הרלוונטי שלו הם זקוקים. לשם כך אנו יוצרים מאגר נתונים ייעודי המכיל סדרות עתידיות של מגוון הפרמטרים המבטאים דינמיקה עירונית על בסיס מודל הסימולציה. את העיצוב של מאגר זה יש לתכנן בקפידה כך שלעיתים הוא לא יתאים לכללים הנוקשים של עיצוב מאגרי מידע אלא יכיל טבלאות 'שטוחות' של מידע רוחבי שמיועד לתצוגה בגרפים ותרשימים המופיעים על פי תשאול. התצוגה כוללת ייצוג עתי של נייודות אנושית (ברמת משק הבית), שינויים בנפחי תנועה על כבישים, שינויים בשימושי וערכי מבנים, תכונות משקי-בית באיזור המחקר ועוד (איורים 12-13).

אנו משתמשים בממשק תכנות-יישומים (Application Programming Interface - API) של Google Maps כפלטפורמת המיפוי תוך שילוב תווכות (middleware) המשמשות כרכיבי ביניים. אלו הן פונקציות אשר אינן מסופקות על ידי ממשק המיפוי אך מתממשקות איתו בכדי לספק יכולות נלוות (Batty et al., 2010) כגון אנימציות מבוססות זמן, מחווי גלילה (sliders), גרפים אינטראקטיביים וכו'. מרכיבי ביניים אלו הנם תכונות של ממשק המשתמש (UI) המאפשרות דרכים שונות לתשאול את המידע בצורה אינטראקטיבית, תוך הסתמכות על מגוון של סיפריות וממשקי תכנות-יישומים של JavaScript. השימוש בערב-רב של כלי התצוגה הללו הינו השלב האחרון בלבד בפיתוח של המפה מבוססת-הרשת. קודמים לו שלב ראשוני של ניתוח מקיף של המידע ומניפולציה של מידע מרחבי מתוצרי המפקד והסימולציה ושלב שניוני של יצירת מאגר הנתונים הייעודי בכדי לאפשר תשאול קל, אינטואיטיבי ולעיתים אף רוחבי של מאגר הנתונים.

מסקנות וסיכום

מאמר זה מציע תרומות שהנן מתודולוגיות ומהותיות למחקר של דינמיקות עירוניות תוך שימוש בחידושים האחרונים בתחומי הגיאואינפורמטיקה והמידול העירוניים. במונחים מתודולוגיים, אנו מדגימים כיצד הזיווג בין מודל מבוסס-סוכנים ותהליכי פירוק מידע מייצרים ביג דאטה סינתטי בעל יכולת ייצוג סוציו-אקונומית מפורטת ומדויקת. חיבור זה מוסיף דינמיקות מרחביות ועתידיות לנתונים. באופן ייחודי, מודל הסימולציה נותן לסביבה הבנויה תפקיד של סוכנים-למחצה בתהליך ההתפתחות העירונית. אי לכך יותר תשומת לב מוקדשת לדינמיקות של צד ההיצע במסגרת השינוי העירוני מאשר במחקרים אחרים. דגש זה מתבטא ביצירת מערכת מידול הכוללת

תמחור דינמי וצד היצע אקטיבי. אנו גם מדגימים כיצד ניתן להנגיש את התוצאות לבעלי-מקצוע ולציבור הכללי על ידי שימוש במיפוי דינמי מבוסס-רשת בכדי לעודד מעורבות אזרחית ומודעות ציבורית להשלכות האפשריות של זעזוע חיצוני גדול.

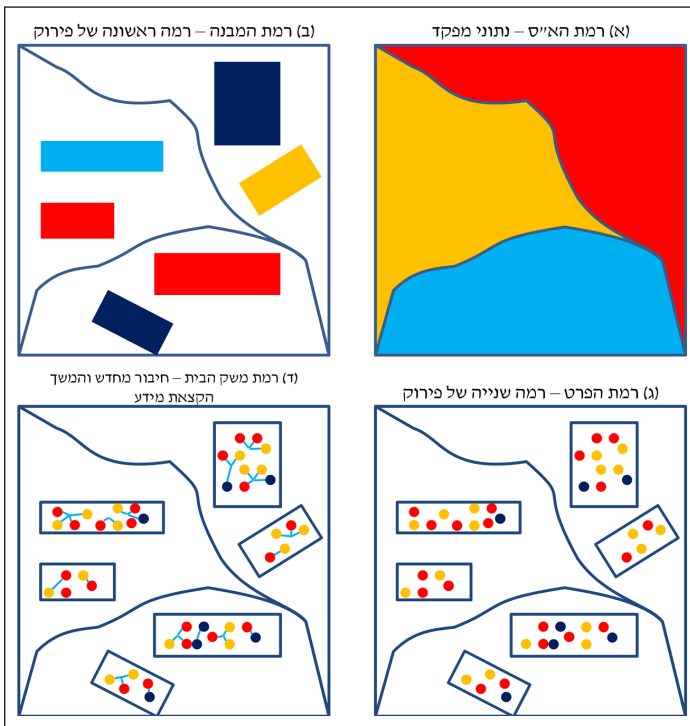
מהבחינה המהותית תוצאות הסימולציה מצביעות על מספר תהליכים עירוניים בעלי השלכות תכנוניות. תהליכים אלו מתייחסים ליכולת של העיר להתאושש ולהתחדש לאחר אסון בלתי-צפוי. הראשון נוגע להתקבעות ההשפעה של זעזוע זמני. תוצאותינו מראות שזעזועים זמניים הנגרמים לדפוס תנועה יכולים להוביל להשפעות ארוכות טווח. בהדמיות שלנו, השפעות אלו מובילות להפחתה בפעילות המסחרית במע"ר. ממצא זה מצביע על הצורך לזהות מתי אפקט שכזה מתקבע ומתי זעזוע זמני מייצר תוצאות קבועות.

התהליך השני נוגע לרמה הגבוהה של תנועת הגירה של משקי-בית במארג הבניי לאחר רעידת האדמה. עובדה ברורה היא שאירוע טרואמטי כגון רעידת אדמה מוביל לחוסר-יציבות באוכלוסיה על ידי הרס של מבני מגורים המאלץ תושבים למצוא פתרונות דיור חלופיים. עם זאת, שיעורי תחלופה גבוהים במבנים מהווים אינדיקציה לבזבז של משאבים אנושיים, חומריים ורגשיים. בשווקים אחרים, כגון שוק העבודה, תחלופה גבוהה יכולה להוות סממן חיובי של נידודת תעסוקתית וכלכלית (Schettkat, 1996). ברם, בהקשר של אסון, יש לשער שזהו תהליך שמדיניות ציבורית נבונה תשאף לצמצם. זאת כיוון שהעלויות החברתיות ועלויות הרווחה הנדרשות בתהליך החיפוש אחר דיור חלופי והניתוק המתקשר להחלפת מקום מגורים יורגשו בעיקר על ידי השכבות החלשות ופגיעות יותר (Felsenstein and Lichter, 2014).

לבסוף, ממצאינו מציעים מבט חדש על הרעיון המוכר של 'פגיעות עירונית'. תוצאות ההדמיה שלנו מראות שקבוצות שהן פחות פגיעות במובן הסוציו-אקונומי 'שורדות את הסערה' באמצעות תהליך של פיזור והתקבצות מחדש לאורך זמן. הדבר מצביע על יכולת ההסתגלות הגבוהה שלהן. אוכלוסיות חזקות יותר הן בעלות יותר משאבים המאפשרים לספוג את ההשפעות השליליות של האסון. פגיעות עירונית הנה לכן ענין של רווחה כלכלית באותה מידה שהיא ענין הנדסי או מורפולוגי. מנקודת מבט סוציו-כלכלית, עוצמת האסון אינה חשובה כמו היכולת להתמודד עם תוצאותיו. לכן 'פגיעות עירונית' הנה מושג יחסי: זעזוע בעוצמה נתונה ישפיע בצורה משתנה על אוכלוסיות שונות. סביר להניח שאוכלוסיות וקהילות חלשות יושפעו בצורה לא-פרופורציונלית על ידי אסונות לא צפויים ולכן הסיכון שאוכלוסיות אלו יגיעו לכדי משבר מהותי הינו גדול יותר ביחס לכלל האוכלוסיה. את מרבית התובנות הללו קשה לזהות ללא בחינה ברמת המיקרו של משק-הבית. הן מיטשטשות במקרים רבים שבהם הבחינה נעשית ברמה האגרגטיבית של העיר כיחידה אחת. בשל כך, השימוש במידע ברזולוציה גבוהה שכולל ייצוג סוציו-אקונומי מפורט ומדויק הינו קריטי להבנת הפגיעות העירונית במצבי אסון.

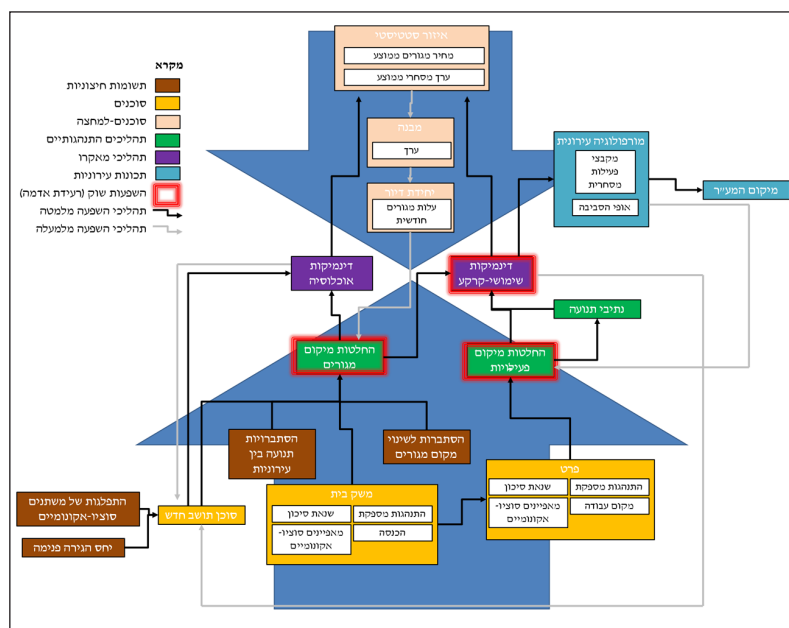


איור 2: איזור המחקר

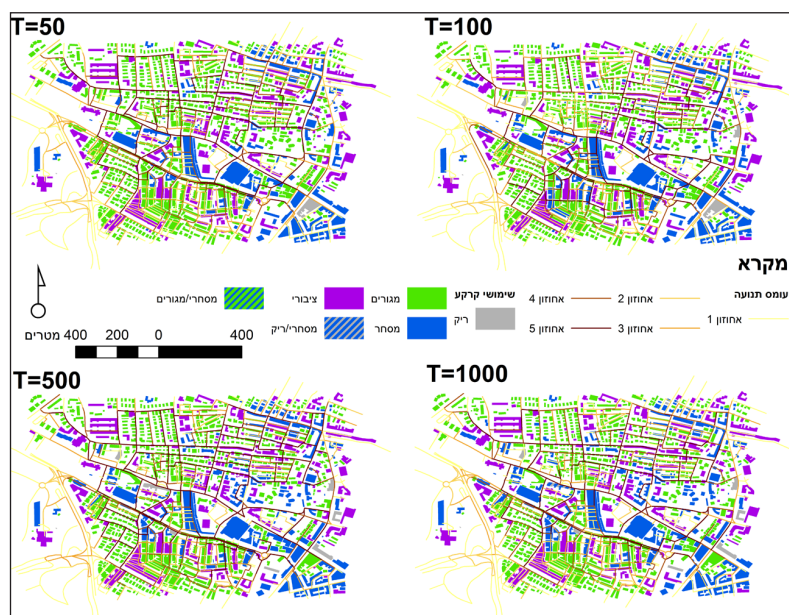


איור 3: שלבי עיבוד המידע

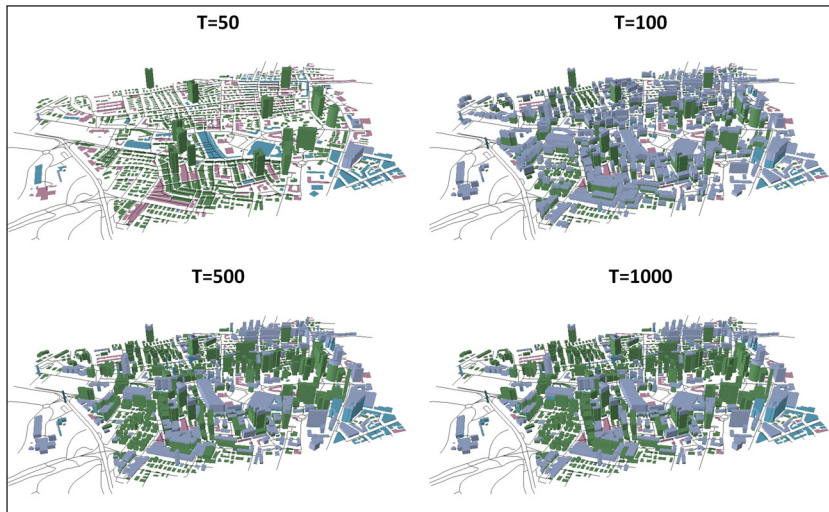
.....גרינברגר, לייכטר ופלזנשטיין : תכנון התאוששות עירונית באמצעות ביג דאטה



איור 4: ניסוח רעיוני של מודל מבוסס-סוכנים של רעידת אדמה בעיר

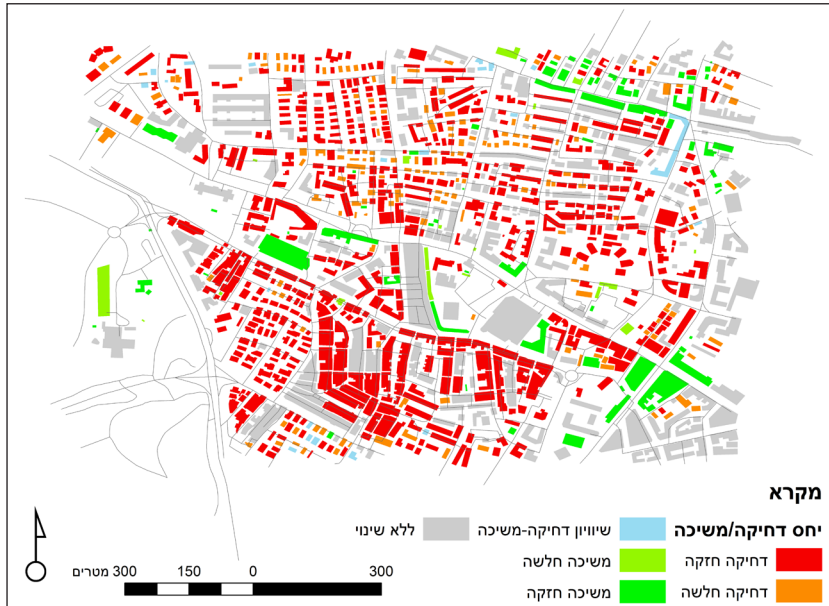


איור 5: שימוש הקרקע השכיח על פני סימולציות לפי מבנה ועומסי תנועה ממוצעים, בנקודת זמן שונות



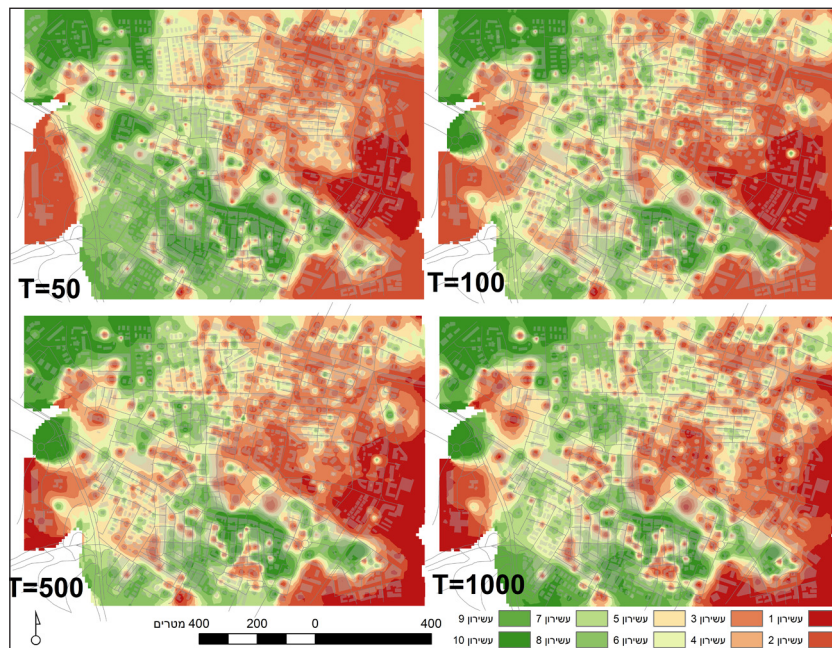
איור 6: תדירות ממוצעת על פני סימולציות של שינויים בשימוש קרקע לפי מבנה, בנקודות זמן נבחרות

התדירות מיוצגת על ידי גובה הבניין, בשני נדבכים: צבע הנדבך התחתון מסמל את שימוש-הקרקע המקורי של הבניין וגובהו מסמל את מספר הסימולציות בהן שימוש זה התחלף לשימוש אחר בנקודת זמן זו; גובה הנדבך העליון (צבע אפור) מסמל את מספר הסימולציות בהן מבנה עמד ריק בנקודת זמן זו.



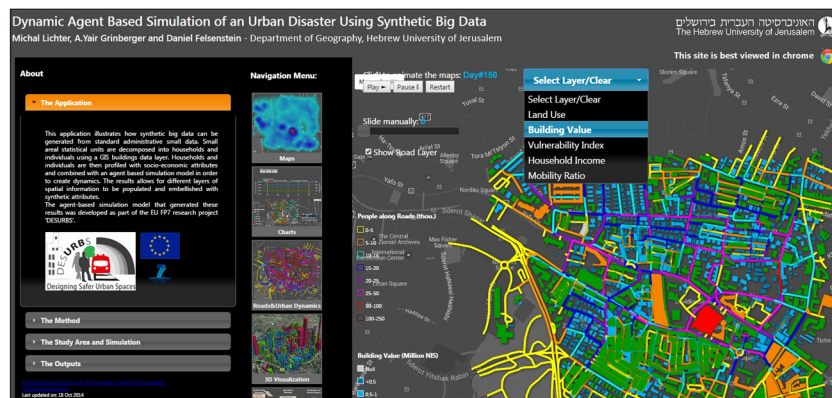
איור 10: תנועת משקי-בית בין מבנים

גרינברגר, לייכטר ופלזנשטיין: תכנון התאוששות עירונית באמצעות ביג דאטה



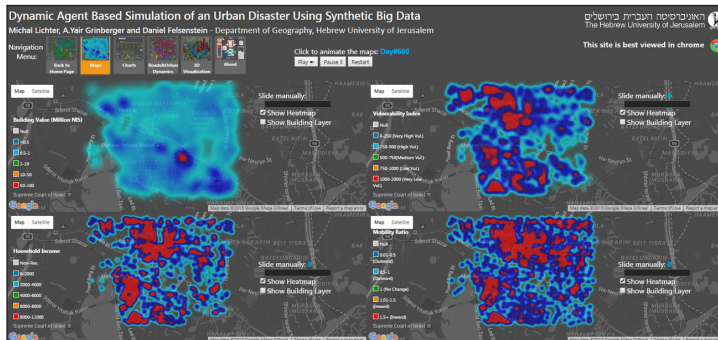
איור 11: מפות חום של פגיעות חברתיות

הצבעים הירוקים מציינים אוכלוסיה פחות פגיעה בעוד הצבעים האדומים מציינים רמת פגיעות גבוהה. משטחי הערכים הרציפים נוצרו בטכניקת IDW (Inverse Distance Weighting) על בסיס ציון הפגיעות הממוצע למבנה. הפרמטרים לאיטרפולציה זו הם: גודל תא של 10X10 מטרים, רדיוס חיפוש של 100 מטרים ופונקציית חזקה מסדר גודל שני).



איור 12: תצוגות מבוססות זמן של מאפיינים סוציו-אקונומיים שונים של משק-הבית במפה דינמית מבוססת-רשת

ראה <http://ccg.huji.ac.il/AgentBasedUrbanDisaster/index.html>



איור 13: תצוגה מבוססת זמן של השינוי במספר הנוסעים על כבישים במפה דינמית מבוססת-רשת

ראה <http://ccg.huji.ac.il/AgentBasedUrbanDisaster/index.html>

הערות

1. עודד שאינו מתייחס לכך באופן מפורש כ'big data' (Torrens, 2014) מצוין שנפח המידע שנוצר במסגרת הסימולציה כולל סדר גודל של 10^{14} - 10^{12} מיקומים/וקטורים שחושבו מחדש עבור אובייקטים שהוזו.
2. אנו משתמשים גם במידע איזורי גס יותר בדבר מלאי בניינים וצויד לא-למגורים בכדי לחשב ערך של מבנים לא-למגורים. חישוב האומדנים עבור מידע זה מפורט ב-Beenstock, Felsenstein and Ben-Zeev (2011).
3. ערכים אלו חושב על פי מידע בדבר הגירה עבור שנת 2012 מתוך השנתון הסטטיסטי של ירושלים 2014 (מכון ירושלים לחקר ישראל).
4. פגיעות חברתית של משק בית מוגדרת על פי מתן משקולות למשתנים סוציו-אקונומיים וסכימתם תוך נירמול הערכים: הכנסה חודשית (משקל של 0.5), גיל ממוצע (0.2), אחוז החברים במשק-הבית שהנם בעלי נכות (0.2), ובעלות על רכב (0.1). משתנים אלו מייצגים את הניידות של משק הבית ברמות שונות ולכן את יכולת התגובה של חבריו לשינויים בסביבתם.

מקורות

- Batty M, Hudson-Smith A, Milton R, and Crooks A (2010) Map Mashups, Web 2.0 and the GIS Revolution, *Annals of GIS*, 16 (1), 1–13.
- Beenstock M, Felsenstein D and Ben Zeev NB (2011) Capital deepening and regional inequality: an empirical analysis, *Annals of Regional Science*, 47, 599–617
- Chang, SE (2003). Transportation planning for disasters: An

- accessibility approach, *Environment and Planning A*, 35(6), 1051–1072.
- Chen X, Meaker JW and Zhan FB (2006). Agent-based modeling and analysis of hurricane evacuation procedures for the Florida Keys, *Natural Hazards*, 38, 321–338.
- Chen, X and Zhan, FB (2008). Agent-based modeling and simulation of urban evacuation: Relative effectiveness of simultaneous and staged evacuation strategies, *Journal of the Operational Research Society*, 59, 25–33.
- Crooks AT and Wise S (2013) GIOS and Agent Based Models for Humanitarian Assistance, *Computers Environment and Urban Systems*, 41, 100-111.
- Dawson RJ, Peppe R and Wang M (2011) An agent-based model for risk-based flood incident Management, *Natural Hazards*, 59, 167–189.
- Eicher, CL and Brewer, CA (2001) Dasymetric mapping and areal interpolation: implementation and evaluation, *Cartography and Geographic Information Science*, 28 (2), 125-138
- Felsenstein D and Lichter M (2014) Social and Economic Vulnerability of Coastal Communities to Sea Level Rise and Extreme Flooding, *Natural Hazards*, 71, 463-491
- Fiedrich F and Burghardt P. (2007) Agent-based systems for disaster management, *Communications of the ACM*, 50(3), 41–42.
- Grinberger AY and Felsenstein D (2014) Bouncing Back or Bouncing Forward? Simulating Urban Resilience, *Urban Design and Planning*, 167(3), 115-124.
- Grinberger AY and Felsenstein D (2015) A Tale of Two Earthquakes: Dynamic Agent-Based Simulation of Urban Resilience, in Lombard J., Clarke G and Stern E (eds) *Applied Spatial Modeling and Planning*, Routledge (forthcoming).
- Harper G and Mayhew L (2012a) Using Administrative Data to Count Local Populations, *Journal of Applied Spatial Analysis and Policy*, 5 (2), 97–122
- Harper G and Mayhew L (2012b) *Re-thinking households – Using administrative data to count and classify households with some applications*, Actuarial Research Paper, No. 198. Cass Business School, London
- Keon D, Steinberg B, Yeh H, Pancake CM and Wright D (2014) Web-based spatiotemporal simulation modeling and visualization of tsunami inundation and potential human response, *International Journal of Geographical Information Science*, 28(5), 987-1009.

Kwan, MP and Lee J (2005). Emergency response after 9/11: The potential of realtime 3D GIS for quick emergency response in micro-spatial environments, *Computers, Environment and Urban Systems*, 29, 93–113.

Lichter M and Felsenstein D (2012) Assessing the Costs of Sea Level Rise and Extreme Flooding at the Local Level; A GIS-Based Approach, *Ocean and Coastal Management*, 59, 47-62

Linard C, Gilbert M, and Tatem, AJ (2011) Assessing the use of global land cover data for guiding large area population distribution modeling *GeoJournal*, 76 (5), 525-538.

Macal, CM, and North, MJ (2005). Tutorial on agent-based modeling and simulation, in *Proceedings of the 37th conference on Winter simulation*. WSC '05. Winter Simulation Conference, 2-15.

Mennis, J (2003), Generating surface model of population using dasymetric mapping, *The Professional Geographer*, 55(1), 31-42.

Oliveira, MGS, Vovsha P, Wolf J, Birotker Y, Givon D, and Paasche J (2011). Global Positioning System-Assisted Prompted Recall Household Travel Survey to Support Development of Advanced Travel Model in Jerusalem, Israel, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2246(1), 16-23.

Rashed T, Weeks J, Couclelis H and Herold M (2007) An integrative GIS and remote sensing model for place-based urban vulnerability analysis, in Mesev V (ed) *Integration of GIS and Remote Sensing* (pp 199-231). John Wiley & Sons, Ltd.

Reibel M and Bufalino ME (2005) Street-weighted interpolation techniques for demographic count estimation in incompatible zone systems, *Environment and Planning A*, 37,127-139.

Salamon A, Katz O and Crouvi O (2010). Zones of required investigation for earthquake-related hazards in Jerusalem, *Natural Hazards*, 53(2), 375-406.

Schettkat R (1996) *Flows in Labor Markets: Concepts and International Comparative Results*, in Schettkat R (ed) *The Flow Analysis of Labor Markets* (pp. pp 14-36). Routledge London.

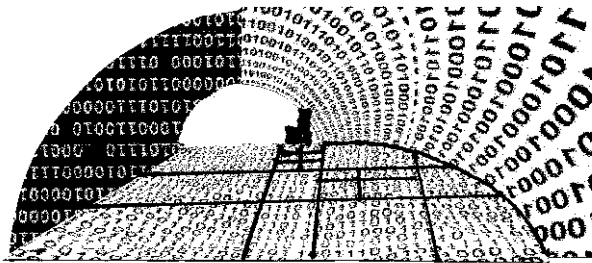
Simoes J A (2012) An agent Based/ Network Approach to Spatial Epidemics, in Heppenstall AJ, Crooks AT, See LM and Batty M (eds) *Agent-Based Models of Geographical Systems* (pp 591-610). Springer, Netherlands.

Simon H (1952) A behavioral model of rational choice, *Quarterly Journal of Economics*, 69(1), 99-118.

Smith L.B. (1969) A model of the Canadian housing and mortgage market, *Journal of Political Economy*, 77, 795–816.

Torrens PM (2014) High-resolution space-time processes for agents at the Built-human interface of urban earthquakes, *International Journal of Geographical Information Science*, 28(5), 964-986,

Zou Y, Torrens PM, Ghanem RG and Kevrekidis IG (2012). Accelerating agent-based computation of complex urban systems, *International Journal of Geographical Information Science*, 26(10), 1917-1937.



האם ניתן ללמוד מתוך התוכן הקיים במדיה החברתית על הצרכים של משתמשי הדרך?

אילת גל-צור, צבי קופליק, עינת מינקוב, איתי שור, סוזן גרנט-מולר
וסילביו נוצ'רה

תקציר

למידע יש תפקיד מכריע בתהליכי קבלת ההחלטות בתחומי תכנון התחבורה, ניהול התנועה וקידום יעדי מערכת התחבורה. מקומה של המדיה החברתית כמקור מידע חדשני, היכול להעשיר ולהשלים מקורות מסורתיים, קיבל הכרה בתחומי חיים רבים. כפועל יוצא, מאמצי מחקר מוכוונים בשנים האחרונות לבחינת הפוטנציאל הטמון בזירת המדיה החברתית לשיפור המידע המשמש את מתכנני התחבורה, מנהלי התנועה וקובעי מדיניות התחבורה, והתוצאות הראשוניות המתקבלות ממחקרים אלה מספקות ראיות מעודדות ליכולת לנצל פוטנציאל זה. בו בזמן, עדיין קיימים אתגרים רבים הדורשים מענה על מנת להבטיח את מהימנות המידע המופק מהתוכן של מדיה חברתית, בפרט לאור האופי הבלתי מובנה של מרבית התוכן האגור במדיה החברתית.

מאמר זה סוקר את הקטגוריות השונות של מדיה חברתית, מאפייני התוכן האגור בה, וכיצד מאפיינים אלה משתקפים בתוכן הנוגע למערכת התחבורה ובאופן הגדרת המטרות המנחות את תהליך הפקת המידע החברתית. דוגמאות מאתרי מדיה חברתית בארץ משולבות במאמר על מנת לבסס את ההכרה כי תחום זה רלוונטי גם למקבלי ההחלטות בתחום התחבורה בישראל.

הספרות העדכנית בתחום נסקרת, ומקרה בוחן המתמקד בהפקת מידע מציוצים של נוסעים למשחקי כדורגל של קבוצת ליוורפול מתואר ביתר פירוט. מקרה בוחן זה מבוסס על שילוב בין הבנת הצרכים בתחום התחבורה ובין הטכניקות הקיימות בתחום כריית המלל. התוצאות מעידות על היכולת להפיק נפח משמעותי של מידע הרלוונטי לקבלת החלטות תחבורתיות.

על מנת לחשוף את קצה הקרחון של הפערים שעדיין יש לסגור על מנת לנצל את מלוא הפוטנציאל של המדיה החברתית כמקור מידע לשיפור תהליכי קבלת ההחלטות בתחבורה, נסקרים האתגרים שגישה זו מציבה ובפרט בתחום האונטולוגיות, הניתוח הרגשי וזיהוי המיקום. תרומתו של מאמר זה הוא בפריסת התרומה האפשרית והאתגרים הטמונים בהפקת מידע תחבורתי ממדיה חברתית ובאיתור הכוונים להמשך המחקר בתחום זה.

הקדמה

בשנים האחרונות התבסס מקומה של המדיה החברתית כזירה באמצעותה מיליוני אנשים בארץ ובעולם משתפים את דעותיהם, מאווייהם והאירועים בחייהם עם מעגל החברים שלהם וגם עם הציבור הרחב. זירה זו הפכה למקור מידע לגבי אירועים שגרתיים וחריגים ולגבי רחשי הלב של הציבור בתחומי חיים שונים. דוגמאות לתופעה זו אפשר למצוא בשימוש במדיה חברתית כמקור לחיזוי תמיכה פוליטית כתחליף לסקרים (Tumasjan et al., 2010), ניתוח העדפות הציבור ביחס למוצרים ספציפיים (Kushal et al., 2003; Pang et al., 2008) וניטור מדדים של בריאות הציבור לצורך זיהוי התפרצות של מחלות (Grishman et al., 2002; Corley et al., 2010).

בספרות קיימות הגדרות רבות של מדיה חברתית, ולהלן שתיים מהן :

A group of Internet-based applications that build on the ideological and technological foundations of Web 2.0 that allow the creation and exchange of User Generated Content [Kaplan et al., 2010]. An online environment where content is created, consumed, promoted, distributed, discovered or shared for purposes that are primarily related to communities and social activities, rather than functional, task-oriented objectives [Gartner Inc.¹ described it as].

שני מאפיינים עיקריים משותפים לשתי הגדרות אלה, וכן להגדרות רבות אחרות של מדיה חברתית. המאפיין הראשון והחשוב ביותר הוא שהתוכן נוצר ונצרך על ידי משתמשים, קרי כלל הציבור, בניגוד לתוכן הנוצר על ידי ארגונים. המאפיין השני מתייחס לכך שמדובר במגוון של אתרים ואפליקציות. שבע קטגוריות עיקריות של מדיה חברתית הוגדרו על ידי Sterne (2010) :

- Forums and Messages Boards : אתרים/אפליקציות שייעודם העיקרי הוא שאלות, תשובות ודעות, לדוגמא פורום "בונים בית"².
 - Review and Opinion Sites : אתרים/אפליקציות שייעודם העיקרי הוא שיתוף חוות דעת והמלצות, לדוגמא tripadvisor.³
 - Social Networks : אתרים/אפליקציות שייעודם העיקרי לאפשר תקשורת בין אישית תוך שמירה על מידה מסוימת של פרטיות, לדוגמא Facebook.⁴
 - Blogging : אתרים/אפליקציות שייעודם העיקרי לשיתוף רעיונות ודעות ברמת העמקה מסוימת ובפרט כאלה המצריכים כמות גדולה יחסית של מלל, לדוגמא blogger.⁵
 - Micro Blogging : אתרים/אפליקציות שייעודם שיתוף מסרים קצרים, לדוגמא Twitter.⁶
 - Bookmarking : אתרים/אפליקציות שייעודם תיוג פריטים על פי מידת העניין שלהם למשתמש, לדוגמא reddit.⁷
 - Media Sharing : אתרים/אפליקציות שייעודם שיתוף תוכן שאיננו מילולי, קרי תמונות וקטעי וידאו, לדוגמא YouTube.⁸
- מטבע הדברים, האופקים החדשים שפתחה המדיה החברתית בפני מקבלי החלטות בתחומי חיים שונים לא פסחה גם על מקבלי החלטות בתחום

התחבורה. החשיבות של מידע בכלל, ושל מידע על צרכי והעדפות משתמשי מערכת התחבורה בפרט, אינה מוטלת בספק. התוכן האגור במדיה חברתית יכול לשמש כמקור למידע בזמן קרוב לאמיתי לגבי זמני נסיעה, ביקושים ברשת התחבורה וזיהוי אירועים חריגים, מידע הנדרש לצורך קבלת החלטות ניהול תנועה ברמה הטקטית (Mai et al., 2013; Pender et al., 2014). יתירה מכך, ניתוח מידע המופק ממדיה חברתית על פני זמן, ונוגע לשינויים בדפוסי הביקוש והעדפות משתמשי הדרך, הינו בעל פוטנציאל לתמוך בהחלטות אסטרטגיות לקידום יעדי מערכת התחבורה (Schweitzer, 2012; Collins et al., 2008).

בצד הפוטנציאל הטמון במדיה החברתית כמאגר מידע ייחודי וזמין, האתגרים להפיקו למידע ממוקד ומהימן, היכול לשמש כקלט לקבלת החלטות, רבים ומורכבים. הפרדת המוץ מן התבן, קרי איתור התוכן הרלוונטי והבנת המשמעויות שלו, מחייבים שימוש מושכל במתודולוגיות קיימות ופיתוח מתודולוגיות מתקדמות יותר בתחום כריית המלל (Text Mining). רשויות התחבורה בארץ ובעולם עושות את צעדיהן הראשונים בהפגנת נוכחות בזירת המדיה החברתית, ובניצול זירה זו להבנת צרכי משתמשי הדרך ולמתן מענה נאות לצרכים אלה.

בישראל, כמו בעולם, משתמשי מערכת התחבורה פעילים בזירת המדיה החברתית, ולהלן שתי דוגמאות מתוך רבות לתופעה זו:

ב-11 בפברואר 2015 נשלח ציוץ בנוסח "רק בבני ברק תחנת אוטובוס, מדחן ואדום לבן"⁹ מלווה בצילום של מרחב תחנת אוטובוס שבתחומו סימון המדרכה אוסר חניה ובו בזמן מוצב בו מדחן. הציוץ זכה כמובן לציוצים אוהדים מאזרחים, אך לא לתגובות מי מרשויות התמרון.

ב-8 במאי 2014 נשלח ציוץ בנוסח "ככה צריך להיות אוטובוס בישראל - מקום להטענת הסלולרי ורדיו אישי מובנה. אוטובוס מטרופולין הבוקר. אגד- הגיע הזמן שתתקדמו"¹⁰ והיווה "יריית פתיחה" לחילופי ציוצים בין מספר משתמשי Twitter.

דוגמאות מסוג זה מגלות את קצה הקרחון של התוכן המגוון הנוגע למערכת התחבורה ואגור באתרים ואפליקציות שונות השייכות למדיה החברתית. מטרתו של מאמר זה הינה לסקור את חזית הידע בתחום ההזדמנויות והאתגרים העומדים בפני אנשי המקצוע בתחום התחבורה, המבקשים לנצל את תכני המדיה החברתית כמקור מידע לשיפור תהליכי קבלת ההחלטות בניהול תנועה ובתכנון תחבורה.

בפרק 2 של מאמר זה מתואר התפקיד הייחודי שיש למידע ממדיה חברתית בתהליכי קבלת החלטות בתחום התחבורה. חזית הידע בשימוש בטכניקות כריית מלל בתחום התחבורה מתוארת בפרק 3. פרק 4 מוקדש לתיאור מחקר שכלל מקרה בוחן להפקת מידע תחבורתי מציוצים של אוהדי קבוצת הכדורגל של ליוורפול. כמה מן האתגרים העיקריים שעדיין מוצבים בדרך למיצוי הפוטנציאל של מדיה חברתית כמקור מידע מוצגים בפרק 5. סיכום ומסקנות נתונים בפרק 6.

התפקיד הייחודי של מידע ממדיה חברתית לצרכים של תכנון תחבורה וניהול תנועה

איכות תהליכי קבלת ההחלטות בתחום התחבורה, הן ברמה האסטרטגית והן ברמה הטקטית, תלויה במידה רבה באיכות המידע המשמש קלט לתהליכים אלה. היקף המידע, שלמותו, עדכניותו ורמת הדיוק שלו הם פרמטרים משמעותיים בתהליכים אלה. בזמן, המידע התחבורתי משמש לקבלת החלטות של משתמשי הדרך בבואם לקבוע האם, מתי וכיצד לבצע נסיעה (Nocera, 2011). אי לכך, רשויות התחבורה משקיעות משאבים באיסוף והפצת מידע, תוך שימוש בערוצים שונים. הן מקורות איסוף המידע והן האמצעים להפצתו כוללים התקנים פיזיים ברשת הדרכים (גלאים, מצלמות, שילוט מידע אלקטרוני וכד'), הן מקורות ואמצעים דיגיטליים (ניטור GPS, שימוש באתרי אינטרנט וכד') והן אמצעים ידניים ובפרט שאלונים מסוגים שונים. למרות ההתפתחויות בתחום איסוף ועיבוד המידע הדיגיטלי המבוסס על ניטור התקנים הנישאים על ידי משתמשי הדרך (ניטור מבוסס סולר, ניטור באמצעות גלאי Bluetooth וכד'), התובנות שניתן להפיק ממנו מוגבלות, בפרט בנוגע למוטיבציה ולתפיסה הסובייקטיבית של משתמשי הדרך בפעילות הניידות שלהם. מסיבה זו, תפקידם של השאלונים לא נפקד מהמערך הכולל של איסוף מידע המשמש לקבלת החלטות בתחום התחבורה.

עיבוד מידע מובנה, קרי מידע שפרטי הנתונים המרכיבים אותו מוגדרים מראש (כגון מידע ממערכות GPS), הוא עיבוד פשוט יחסית. עם זאת, מומחים מערכים כי כ- 80% מהמידע המופץ ברשת האינטרנט בכלל ובמדיה החברתית בפרט, הוא מידע בלתי מובנה (Lui et al., 2011), ולכן התמקדות במידע המובנה בלבד משמעותה התעלמות מהרוב המכריע של התוכן הנמצא בזירת תקשורת זו, תוכן שיכול להיות ערך מוסף מהסוג המושג כיום על ידי שאלונים. אי לכך, אין זה מפתיע כי מאמצי מחקר לא מעטים מופנים לפיתוח מתודולוגיות וטכניקות לניתוח של מידע בלתי מובנה, ובעיקר למידע הכולל מלל חופשי.

האתגר העומד בפני מקבלי ההחלטות בתחבורה הוא האם וכיצד ניתן לעשות שימוש במדיה החברתית, כמשלים (או מחליף) את מקורות המידע הקיימים, וכמייצר הזדמנות לשיפור איכות המידע ולהגדלת היעילות של הפצתו, תוך עמידה במבחן עלות-תועלת.

על מנת לענות על שאלה זו, יש לבחון תחילה את מאפייני התוכן הקיים במדיה החברתית בכלל, ואת התוכן הנוגע לתחבורה בפרט. קיימים שלושה מאפיינים עיקריים לתוכן האגור במדיה חברתית ונוצר על ידי משתמש פרטי (בניגוד לארגון) (Gal-Tzur et al., 2014a):

- התוכן מתייחס בדרך כלל לאירוע שהמשתמש חווה או לפעולה שבכוונתו לבצע.
- האירוע או הפעולה שהם בליבת התוכן התרחשו מעט לפני או יתרחשו מעט אחרי המועד בו המשתמש יצר את התוכן.
- האירוע או הפעולה שהם בליבת התוכן הינם בעלי חשיבות מסוימת למשתמש. מאפיין זה הינו בעל חשיבות מיוחדת, מאחר ובניגוד לשאלון, הנותן ביטוי בעיקר לנושאים הנתפסים כמשמעותיים מנקודת

המבט של אנשי המקצוע בתחבורה, תוכן המופץ ביוזמת משתמשי הדרך מעיד על הנושאים הנתפסים כחשובים מנקודת מבטם.

מאפיינים אלה מהווים את הבסיס להגדרת המטרות של תהליך הפקת המידע הרלוונטי לתכנון ולשיפור יכולת הניידות והנגישות של משתמשי מערכת התחבורה. המידע נוגע לאמצעי תחבורה, כגון רכב פרטי, תחבורה ציבורית או אופניים, וכן לתשתיות התחבורה כגון כבישים, מגרשי חניה או תחנות השכרת אופניים. בנוסף, המידע נוגע לשירותים הנדרשים לצורך פעילות הניידות והנגישות כגון תכנון נסיעה, תשלום על אמצעי נסיעה או הזמנת שירותי נסיעה.

מתוך תובנות אלה ניתן להגדיר שלושה סוגי מידע המהווים את יעדי תהליך הפקת המידע התחבורתי מתוך המדיה חברתית:

1. מידע על הצורך בביצוע נסיעה ממוצא ליעד, בדומה למסר שפרסם משתמש Facebook:

"אני צריך להגיע מירושלים לתל-אביב במוצאי שבת. אני צריך להיות בדרום תל-אביב בשבע וחצי. לא יהיה לי רכב באותו היום. התחבורה הציבורית מתחילה לפעול אחרי שמונה. איך אני יכול לעקוף את התאקורטיה הזאת? יש, למשל, מוניות שירות כלשהן? לעזרתכם אודה!"¹¹

2. זיהוי אירועים חריגים הקשורים לרשת התחבורה או לשירותי תחבורה, בדומה לציוץ:

"על איילון דרום מגיעה מסופשבוע בצפון, הכביש חסום, מההפגנה... לא רגילה להיות בצד של המכוניות. זה עוד יקח הרבה זמן? נשמח פה למידע פנימי!"¹²

3. הבעת דעה של משתמשי מערכת התחבורה בנוגע לאיכות שירותי תחבורה, בדומה למסר שפרסמה נוסעת באתר "תחבורה בדרך שלנו", בלוג המידע של משתמשי התחבורה הציבורית בישראל:

"...קודם כל אציין שיש כמה וכמה תחנות אוטובוס מזעזעות, אקח לדוגמה את תחנת האוטובוס ליד קניון אבנת. כמה מבייכים שגרים בפ"ת בטח יודעים למה אני מתכוונת. זוהי תחנה בלוייה, ללא כיסאות, שבורה, ממש לא עושה חשק לעמוד (אין איפה לשבת!) ולחכות לאוטובוס שם..."¹³

שלושת סוגי המידע הנ"ל מספקים את הבסיס הראשוני לפיתוח ויישום מתודולוגיות להפקת מידע תחבורתי מתוך עושר התוכן הקיים במדיה חברתית.

חזית הידע בתחום השימוש בכריית המלל לצרכי תחבורה

בשנים האחרונות חוקרים בתחום התחבורה החלו לסלול את הדרך להתמודדות עם האתגרים של שימוש בשיטות של כריית מלל לניתוח תוכן בעל הקשר תחבורתי מתוך מדיה חברתית. כריית מלל הינו תהליך העושה שימוש במגוון טכניקות וכלים, שיש להתאימן היטב למשימת החיפוש עבורה הם מיושמים.

סקירת חזית הידע הנוגעת ליישום של שיטות כריית מלל לשימושי תחבורה מגלה מגוון תחומים בהם חוקרים שונים בחרו להתמקד.

Gao et al (2013) הדגימו את הפוטנציאל של טכניקות כריית מלל לניתוח דווחי תאונות דרכים במטרה לסווג סוגי תאונות. Mai and Hranac (2013) חקרו את התאימות בין ציודי משתמשים בנוגע לאירועי תנועה חריגים לבין תיעוד אירועים מסוג זה שבוצעו על ידי רשות התחבורה. החוקרים התמקדו בציודים שכללו תיעוד גיאוגרפי והשתמשו באנליזה סמנטית, קרי זיהוי מונחים רלוונטיים במלל של הציודים, כאשר לכל מונח הוצמד ערך המשקף את מידת הרלוונטיות שלו לאירוע תחבורתי, וכל ציוץ קיבל דירוג כולל המאפשר לזהות את אלה שהינם בעלי סבירות גבוהה לקשר לאירועי תחבורה חריגים. נמצא מתאם טוב בין הציודים שזוהו לבין דווחי רשות התחבורה על אירועים מסוג זה. גם Schulz et al. (2013) התמקדו במידע מ-Twitter להפקת מידע הנוגע לסביבה בה התרחשו תאונות. החוקרים הראו כי המידע שהופק הניב ערך מוסף לגבי הבנת מאפייני המצב יחסית למידע הפורמלי שניתן היה לקבל ממקורות אחרים, וכי הוא מאפשר ניהול טוב יותר של האירוע החריג.

Schweitzer (2012) יישמו טכניקות של כריית מידע להבנת תפיסתם של משתמשים את רמת השירות של שירותי תחבורה שונים, כולל תחבורה אווירית. גם מחקר זה עשה שימוש ב-Twitter כמקור מידע, והביא ראיות לכך שניתן לזהות מגמות של שביעות רצון באמצעות הדגמת המתאם בין המידע שהופק לבין אירועים חריגים, כגון גל חום שהשפיע על נוחות הנסיעה בתחבורה ציבורית. מטרה דומה ואותו מקור מידע שימשו גם את Collins et al (2013) במחקרם שעסק ברמת שביעות רצון של משתמשי תחבורה ציבורית. גם הם הראו ממצאים שהופקו מהציודים עלו בקנה אחד עם אירועים חריגים, כדוגמת נפילת חשמל בתחנת רכבת שגרמה לאיחורים חריגים בתנועת הרכבות. החוקרים מצאו כי משתמשי התחבורה הציבורית נוטים לציין יותר לגבי אי שביעות רצון מרמת השירות בהשוואה להבעת דעות חיוביות.

הפקת מידע על מסלולי נסיעה בתחבורה ציבורית היא המטרה שעמדה בבסיס מחקרם של Steiger et al. (2014). החוקרים עשו שימוש במידע משולב שכלל תוכן מילולי מ-Twitter וכן תמונות מתוייגות מ-Flickr ומ-Instagram. שיטות של ניתוח מרחבי וניתוח מילולי יושמו על מקרה בוחר בלונדון, והמחקר הדגים כי מתוך מקורות מידע אלה ניתן לזהות מסופי תחבורה ציבורית ומסלולי נסיעה בתחבורה ציבורית.

מחקרים אלה מספקים בסיס טוב להנחה כי ניתן להפיק מידע בעל ערך תחבורתי מתוך המדיה החברתית, וכי יש מקום להמשיך ולפתח מתודולוגיות וטכניקות למטרה זו. בפרק הבא מובא תיאור מפורט יותר של מחקר שמטרתו לבחון את היכולת לעשות שימוש בטכניקות של כריית מלל להפקת מידע תחבורתי מגוון, הנוגע לצרכים והעדפות של משתמשי מערכת התחבורה.

הדגמת הפוטנציאל בתחום התחבורה

בפרק 2 של מאמר זה הוגדרו שלושה סוגי מידע המהווים את יעדי תהליך הפקת המידע התחבורתי מתוך המדיה החברתית: (1) מידע על הצורך בביצוע

נסיעה ממוצא ליעד, (2) זיהוי אירועים חריגים הקשורים לרשת התחבורה או לשירותי תחבורה, (3) הבעת דעה של משתמשי מערכת התחבורה בנוגע לאיכות שירותי תחבורה. על מנת להדגים את ההתכנות של השגת יעדים אלה, הוגדר מקרה בוחן המתמקד בניסיון להבין את הצרכים וההעדפות בהקשר של שירותי תחבורה של אוהדי קבוצת הכדורגל ליוורפול, והוא מתואר בפירוט במאמרם של Gal Tzur et al (2014a). מן הראוי להדגיש כי מטרתו של מקרה הבוחן הייתה בעיקר לבחון את ההתכנות של הפקת מגוון סוגי מידע בעלי חשיבות לתהליכי קבלת ההחלטות בתחום התחבורה, תוך שימוש באותו מקור מידע ובאותה טכניקה להפקתו. התובנות לגבי מאפייני הניידות והעדפות הנסיעה של אוהדי קבוצת ליוורפול מספקות ערך מוסף מעבר למטרה עיקרית זו.

הבחירה בקבוצת משתמשים זו לא היה מקרי. ראשית, מדובר בקבוצה פעילה מאד ברשת ה-Twitter, רשת חברתית המספקת ממשק פתוח להורדת המסרים הנשלחים בה. מחקר שבוצע על ידי Lanagan et al. (2011) הראה כי יכול לשמש כמקור מהמון למידע הקשור לאירועי כדורגל. הסיבה השנייה לבחירה נובעת מכמה מאפיינים ספציפיים של אוהדי קבוצת הכדורגל, מאפיינים המקלים על זיהוי המסרים של קבוצה זו. בפרט, מועדי ומיקום המשחקים ידוע, ולכן מועד ביצוע הנסיעות ויעדן (בזמן ההגעה למשחק) או מוצאן (בעת סיומו) ידוע. הסיבה השלישית למיקוד בציוצי אוהדי ליוורפול הייתה השפה הבינלאומית (אנגלית) בה הם כתובים.

- שלבי תהליך כריית המלל

השלב הראשון בתהליך כריית המלל התמקד בזיהוי ציוצים אשר קשורים למשחקי הכדורגל של ליוורפול. מקרה הבוחן התמקד בשלושה משחקים, והחיפוש התמקד בציוצים שנשלחו בשבוע בו התקיים המשחק, החל מ-3 ימים לפני המועד בו התקיים. המונחים המילוליים שהנחו את תהליך סינון היו אלה שרלוונטיים למשחקי הקבוצה כגון שם מועדון האוהדים של הקבוצה, שמות האצטדיונים בהם התקיימו המשחקים וכד'. בשלב זה המטרה הייתה לאתר את כל הציוצים הרלוונטיים למשחקים, גם ב"מחיר" של זיהוי שגוי של ציוצים שאינם רלוונטיים למטרת תהליך החיפוש, מאחר וההנחה הייתה כי ציוצים שגויים ינופו בשלבים הבאים. בסיומו של שלב זה נבנה קורפוס (בסיס נתוני מלל) של 3 מיליון ציוצים.

ברור כי רק חלק קטן מתוך מיליוני הציוצים שנשלפו אכן רלוונטיים לתחבורה. בשלב השני, במטרה לאתר ציוצים שקימת סבירות גבוהה להיותם רלוונטיים לתחבורה, נבנה לקסיקון של מונחי תחבורה. בהיעדר אונטולוגיה מתאימה בתחום זה (פירוט יתר בנושא אונטולוגיות בתחבורה נתון בפרק הבא של מאמר זה), נבנה הלקסיקון בשיטה אוטומטית למחצה. 35 מסמכים בתחום התחבורה, הכוללים מאמרים מדעיים, אתרי אינטרנט ופורומים של משתמשים, נסקרו אוטומטית על מנת לזהות מילים וביטויים חוזרים ונשנים במסמכים אלה, ואינם נמצאים במסמכים מתחומים אחרים. למילים וביטויים חוזרים הוצמדו ערכים המשקפים את כמות הפעמים שכל אחד מהם הופיע במסמכים שנבדקו, ורשימת המילים והביטויים השכיחים הועברה למומחי תחבורה אשר סיפקו הערכה מקצועית-סובייקטיבית למידת הרלוונטיות שלהם לתחבורה. הלקסיקון הסופי כלל כ-500 מונחים שקיבלו

ניקוד של 3-5 (בסקאלה של 0-5) בהערכת מומחי התחבורה, והכיל מונחים כגון "passengers", "vehicle", "congestion", "bus", "traffic". לקסיקון זה שימש לדירוג כל אחד משלושת מיליון הציוצים שנשלפו בשלב הראשון, כאשר הניקוד שקיבל כל ציוץ חושב כסכום הניקוד של מונחי הלקסיקון שהופיעו בו.

1500 הציוצים שקיבלו את הניקוד הגבוה ביותר שימשו כקלט לשלב כריית המלל השלישי. בשלב זה נעשה שימוש בשיטות של למידה מונחית לבניית שני סוגים של כללי סווג, כללים המפרידים בין ציוצים שנשלחו על ידי רשויות לבין כאלה שנשלחו על ידי אנשים פרטיים וכללים המפרידים בין ציוצים הקשורים לתחבורה וכאלה שלא.

לרשויות תחבורה רבות בעולם בכלל ובבריטניה בפרט יש חשבון Twitter באמצעותו הן שולחות למשתמשים הודעות לגבי פעולות ואירועים במערכת התחבורה. מאחר והמטרה של מקרה הבוחן היא ללמוד על צרכי והעדפות משתמשי מערכת התחבורה, יש לסנן ציוצים שמקורם ברשויות וארגונים אחרים (כגון מפעילי תחבורה ציבורית). למידה מונחית, בהקשר של בניית כללי סווג למקור הציוץ (ארגון או משתמש פרטי), הינה תהליך בו מתבצע תחילה סווג ידני של ציוצים כנוצרים על ידי ארגון או על ידי משתמש פרטי. לאחר מכן מתבצעת בנייה אוטומטית של כללי סווג, המתבססת על דוגמאות מסווגות אלה ועל מציאת המאפיינים המפרידים בין דוגמאות שסווגו ככאלה שנשלחו על ידי רשות/ארגון וכאלה שנשלחו על ידי משתמשי מערכת התחבורה. מספר שיטות למידה מונחית נבחנו, והשיטה שנמצאה כיעילה ביותר במקרה זה, ושימשה לקבלת התוצאות הסופיות הינה שיטת סווג SVM (Steinwart et al., 2008).

כללי הסיווג שהופקו בתהליך כריית המלל למקור הציוץ כללו מגוון תנאים. לדוגמא, נמצא כי שמות כגון "I" או "we", וכן מונחים בלתי פורמליים כגון "lol" מעידים על כך שהציוץ נשלח על ידי משתמש פרטי. מאידך, המילה "due" נמצאה כמסווגת היטב ציוץ שמקורו ברשות או ארגון, כנראה מאחר וארגונים נוהגים להשתמש בה לצורך הסבר על הסיבות לאירועים ברשת התחבורה.

בהתבסס על כללי הסיווג של ציוצי משתמשים פרטיים, נבנה בסיס דוגמאות נוסף של 1500 דוגמאות. התיוג הידני של דוגמאות אלה כשייכות או לא שייכות לתחבורה בוצע על ידי שלושה מומחי תחבורה. בהשוואה בין זוגות תיוגים של מומחים שונים נמצא ממוצע התאמה של 81%. ממצא זה מעיד על מידה מסוימת של סובייקטיביות בזיהוי, תופעה המקשה כמובן על תהליך הזיהוי האוטומטי. בניית כללי סווג אוטומטיים בתהליך של למידה מונחית הפיק כללים המשקפים שילוב של מונחים תחבורתיים (כגון "bus" ו-"station") עם מילות יחס רלוונטיות כגון "from".

הוכחת ההתכנות של תהליך כריית מלל חיבת להיבחן על בסיס מדדים כמותיים. קיימים שני מדדי הצלחה מקובלים לבחינת איכות הסיווג של תהליך כריית המלל. דיוק (Precision) מודד את רמת הדיוק של המסרים שסווגו באמצעות תהליך כריית המלל, על בסיס היחס בין מספר המסרים שסווגו נכונה לבין מספר המסרים הכולל שסווגו כשייכים לקטגוריה. אחזור (Recall) מודד את רמת היכולת של תהליך כריית המלל לאתר את כלל המסרים השייכים בפועל לקטגוריה הנבחנת, ומחושב כיחס בין מספר

המסרים שסווגו נכונה לבין מספר המסרים הכולל שאכן שייכים לקטגוריה זו. המשלים של מדד הדיוק מקביל לטעות מסוג ראשון בסטטיסטיקה, והמשלים של מדד האחזור מקביל לטעות מסוג שני. קימת כמובן תלות בין המדדים, ושיפור באחד מהם מוביל בדרך כלל להחמרה באחר. בטבלה 1 נתונים ערכי מדדי ההצלחה של שני סוגי כללי הסיווג שפותחו. ערכים אלה נחשבים טובים בסטנדרטים של תחום כריית המלל.

טבלה 1: מדדי ההצלחה של כללי הסיווג למקור הציוץ ולרלוונטיות של לתחבורה

מדרג כללי הסיווג	מדד הדיוק (Precision)	מדד האחזור (Recall)
זיהוי מסרים שנשלחו על ידי משתמשים פרטיים	0.88	0.92
זיהוי מסרים הקשורים לתחבורה	0.8	0.78

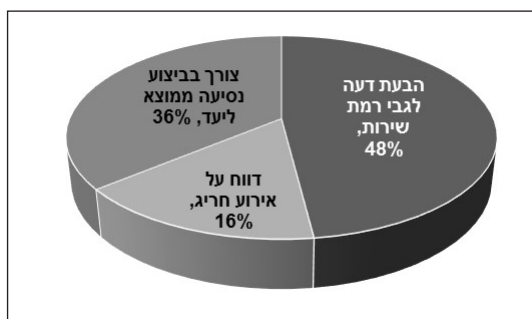
בשלב הרביעי של תהליך כריית המלל, פותחו כללי סיווג להפרדה בין שלושה סוגים של מסרים הנוגעים לתחבורה, בהתאם לשלושת סוגי המידע התחבורתי שהוגדרו כיעדי החיפוש (הצורך בביצוע נסיעה ממוצא ליעד, זיהוי אירועים חריגים והבעת דעה כל רמת השירות). גם במקרה זה נבנה בסיס דוגמאות ייעודי למטרה זו, ושני מומחי תחבורה ביצעו תיוג ידני של כל ציוץ כמבטא אחד משלושת סוגי המידע האפשריים. גם במקרה זה ההסכמה בין המומחים לא הייתה מלאה ונעה בין 78% לציוצים הנוגעים לצורך בביצוע נסיעה ל-94% לגבי ציוצים העוסקים בדווח על אירוע חריג. הסיווג לשלוש קטגוריות של סוגי מידע הינו עדין יותר מההפרדה בין ציוצים רלוונטיים לתחבורה לכאלה שלא. מדדי ההצלחה שהושגו אכן משקפים קושי זה, והם נתונים בטבלה 2. ניתן לראות כי ציוצים הכוללים הבעת דעה על רמת השירות סווגו באופן מהימן יותר, כנראה בזכות מילים מובהקות כגון "excellent" או "terrible" המאפיינות מסרים מסוג זה. מאידך, איכות הזיהוי של ציוצים הנוגעים לצורך בביצוע נסיעה הייתה הנמוכה ביותר, כנראה בשל האופנים הרבים לביטוי צורך זה, שלעיתים אינו מבוטא במפורש אלא במשתמע. ואכן, גם ההסכמה בין התיוג האנושי של מידע מסוג זה הייתה הנמוכה ביותר. מידת ההצלחה בסיווג מסרים הנוגעים לאירוע חריג הייתה גם היא נמוכה יחסית. האתגרים בכריית מלל בכלל, ומלל תחבורתי בפרט, המתוארים בפרק 5 להלן מהווים הסבר מסויים לצורך בהעמקת המחקר ופיתוח מתודולוגיות נוספות לביצוע מטלה מורכבת זו.

טבלה 2: מדדי ההצלחה של כללי הסיווג לסוג המידע התחבורתי

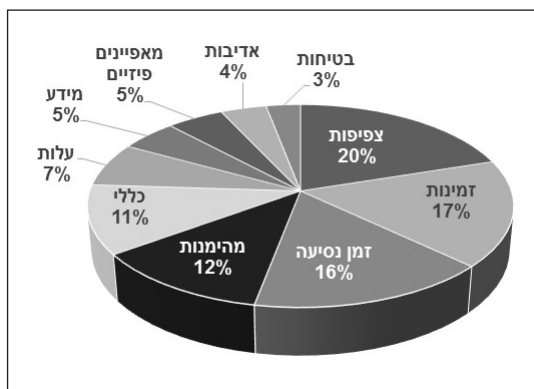
סוג המידע	מדד הדיוק (Precision)	מדד האחזור (Recall)
הצורך בביצוע נסיעה ממוצא ליעד	0.53	0.58
זיהוי אירועים חריגים	0.63	0.6
הבעת דעה כל רמת השירות	0.68	0.79

- ממצאים מניתוח ציוצי אוהדי קבוצת הכדורגל של ליוורפול

מעבר לבחינת היכולת לזיהוי אוטומטי של ציוצים העוסקים בתחבורה בכלל, וסוגי המידע האגורים בהם, הניב מקרה הבוחן כמה ממצאים מעניינים על התוכן האגור במדיה החברתית לגבי צרכי והעדפות המשתמשים. באיור 1 נתון אחוז הציוצים, מתוך אלה שנמצאו רלוונטיים לתחבורה, המתמקדים בכל אחד מסוגי המידע שנכללו בתהליך החיפוש. ניתן לראות בבירור כי לכל שלושת הסוגים יש ייצוג נאות במדיה החברתית שנבנתה, עובדה המהווה תמריץ למקבלי ההחלטות להשתמש במקור מידע זה כקלט למגוון תהליכי תכנון תחבורה וניהול תנועה.



איור 1: אחוז הציוצים המשקפים כל אחד מסוגי המידע התחבורתי (Gal-Tzur et al., 2014b)



איור 2: אחוז הציוצים המתייחסים להיבטים השונים של רמת השירות (Gal-Tzur et al., 2014b)

הציוצים שכללו הבעת דעה לגבי היבטים שונים של רמת השירות של שירותי התחבורה, אשר הרוב המכריע שלהם התייחס לתחבורה ציבורית, הוא את הנתח הגדול ביותר מבין כלל הציוצים, ולגביהם בוצע סיווג ידני לרמת פירוט נוספת. רמת פירוט זו התייחסה להיבטים השונים של רמת השירות, והתוצאות מובאות באיור 2. ניתן לראות בבירור כי היבט הצפיפות הוא המשמעותי ביותר בתפיסת רמת השירות של אוהדי קבוצת ליוורפול. מאידך, עלות הנסיעה, היבט שניתן היה לחשוב שמהווה שיקול מהותי, זוכה רק ל-7% מכלל ההתייחסויות של אוהדי הקבוצה לרמת השירות של התחבורה הציבורית. ממצאים אלה לא רק מהווים מוטיבציה להפעלת השיטה בהקשר של משחקים נוספים של הקבוצה על מנת להרחיב את היקף הניתוח, אלא גם מספקים בסיס ראשוני לבחינת העלאת תדירות שירותי התחבורה למשחקי הכדורגל כבסיס לשיפור רמת שביעות הרצון של הנוסעים.

האתגרים בכריית מלל בכלל ובתחום התחבורה בפרט

כריית מלל הינה משימה אתגרית כאשר היא מיושמת לכל אחד מתחומי החיים, ועם זאת קיימים כמה אתגרים המאפיינים במיוחד את תחום התחבורה.

- אונתולוגיה תחבורתית

אחד החסמים המרכזיים בעיבוד אוטומטי של מלל בכלל, ושל מלל בלתי פורמלי המצוי במדיה החברתית בפרט, הינו היעדר הקשר מלווה. לצורך הדגמה, על מנת להסיק כי מסר כגון "המטרונית הגיעה בזמן" הוא מסר הרלוונטי לתחבורה, יש לדעת כי למערכת הסעת ההמונים של חיפה קוראים מטרונית. אחת הדרכים היעילות לייצג ידע הנוגע להקשר של תחום חיים מסוים הוא שימוש באונתולוגיה. אונתולוגיות מהוות מסגרות מתודולוגיות להגדרה והמשגה של הקשרי מידע באמצעות מושגים ומונחים המקושרים ביניהם באמצעות יחסים מוגדרים (שייך ל... נכלל ב... וכד'). תהליך כריית מלל, הכולל שלבים של תיוג מונחים וקישור חלקי מלל זה לזה באמצעות הגדרת היחסים ביניהם, יכול להתבצע באופן יעיל יותר כאשר נעשה שימוש באונתולוגיה הממוקדת בתחום החיים בו המלל עוסק. לדוגמא, לו היתה קימת אונתולוגיה שבה "מטרונית" הייתה ישות, וישות זו הייתה מקושרת ביחס "היא" למושג "תחבורה ציבורית", ניתן היה ביתר קלות להבין כי המסר "המטרונית הגיעה בזמן" הוא מסר הרלוונטי לתחום התחבורה.

סקירת ספרות של אונתולוגיות בתחבורה חושפת כי פותחו מספר אונתולוגיות באנגלית לתחום התחבורה, ועם זאת אף אחת מהן איננה מקיפה מספיק על מנת לספק בסיס מושלם לניתוח מלל תחבורתי שמקורו במדיה חברתית. הסיבה לכך היא שחלק מן האונתולוגיות הקיימות באנגלית התמקדו במטלות ספציפיות הקשורות לניידות כגון תכנון נסיעה (Niaraki et al., 2009), וחלקן באמצעי נסיעה ספציפיים, כגון תחבורה ציבורית או שיתוף נסיעות (Cho et al., 2013; Wang et al., 2005), ואי לכך חסרות את היכולת לשמש לניתוח מלל הנוגע למגוון פעילויות ניידות ולמגוון אמצעי נסיעה ושירותי תחבורה. יתירה מכך, האונתולוגיות הקיימות באנגלית משקפות מונחים מקצועיים פורמליים בתחום התחבורה, והתוכן הנמצא במדיה החברתית מתאפיין בשפה לא רשמית ובכינויים תלויי תרבות למושגים שונים. לדוגמא, הרכבת

התחתית בלונדון מכונה "tube", בעוד ההתייחסות לאותו אמצעי נסיעה בבוסטון מתבצעת באמצעות המונח "T".

מן האמור לעיל עולה כי קיימים פערי ידע בתחום האונטולוגיה התחבורתית באנגלית, קל וחומר בעברית. למיטב ידיעתם של כותבי מאמר זה, לא קימת אונטולוגיה תחבורתית בשפה העברית. האתגרים בזיהוי אוטומטי של מסרים הרלוונטיים לתהליכי קבלת החלטות בתחום התחבורה הקיימים בכל שפה, קיימים כמובן גם בעברית. הדוגמא הבאה היא רק אחת מיני רבות המעידה כי ביטויים מסוימים הנכללות במסר (במקרה זה "רכבת מרכז") אינם ערובה לכך כי המסר כולל מידע חיוני למקבלי החלטות בתחבורה:

"ליד רכבת מרכז יש עשרות אוהלים של מחוסרי דיור. קצת חורקת להם הדלת, והג טיפה מטפטף. מה היית ממליץ לעשות כדי לרענן השטיח?"¹⁴

ניתוח מלל בעברית מורכב אף יותר משפות רבות אחרות. בעברית לא מנוקדת ריבוי משמעותיות לאותה מילה הוא שכיח בהרבה מתופעה זו בשפות כגון אנגלית. אי לכך, פיתוח אונטולוגיה תחבורתית בעברית, ובפרט כזו הכוללת ביטויים בלתי פורמליים וסלנג, הטיפוסיים למסרים הנכתבים על ידי משתמשים, תתרום ללא ספק לקידום היכולת למצוא מידע תחבורתי רלוונטי מתוך מדיה חברתית.

- ניתוח רגשי (Sentiment Analysis)

ניתוח רגשי (Sentiment Analysis) או כריית עמדות (Opinion Mining) הינו תהליך שמטרתו לזהות את עמדתו (חיובית או שלילית) של כותב המלל בהקשר לנושא מסוים. בד בבד עם המרכזיות של המדיה החברתית כזירת תקשורת בין אנשים, זוכה תחום זה לתשומת לב רבה (Pak et Al, 2010). חשיבותו של תהליך זה בתחום התחבורה מתבטא בעיקר במקרים בהם נדרש מידע לגבי יחס משתמשי הדרך כלפי אמצעי נסיעה או שירות תחבורה מסוים ולגבי תפיסתם את רמת השירות של אמצעי או שירות זה. ניתוח רגשי מתחיל בדרך כלל ביצירת לקסיקון של המילים והביטויים שנעשה בהם שימוש שכיח לצורך הפגנת רגש או דעה, וכל מילה או ביטוי מתוויגים כחיוביים (משמשים להפגנת רגש או דעה חיוביים) או שליליים. לדוגמא, מילים כגון "מצוין" ו"ידידותי" יתוויגו כחיוביות בעוד מילים כגון "גרוע" ו"מסובך" יתוויגו כשליליות. כמובן שתהליך הניתוח מתייחס גם לשילוב בין מונח חיובי ומונח המתאר שלילה (כגון "לא יפה") על מנת לזהות יחס שלילי. מילים, שמשמעותן המקורית שלילית, משמשות לעיתים לביטוי חיובי כגון "נורא יפה". ביטויים ציניים מהווים אתגר מיוחד בניתוח עמדות. "האוטובוס הזה ממש נפלא" יכול בקלות לבטא הן אהדה והן סלידה. הפרדה בין שתי חלופות אלה יכולה להתבצע על בסיס ניתוח המלל הקודם או העוקב למשפט זה.

הגדרת ביטויים המאפיינים יחס חיובי או שלילי בתחום מסוים מסייע למהימנות תהליך זיהוי עמדתו של הכותב (Pang et al., 2008). לדוגמא, מונח כגון "פקוק" לא יופיע במרבית הלקסיקונים העוסקים בכריית דעות, אך בתחום התחבורה על מונח זה להיכלל בלקסיקון.

הסקת מסקנות מצרפיות לגבי עמדות משתמשים לגבי אמצעי נסיעה מסוים או שירות נסיעה מסוים, המתבצעת על בסיס ניתוח מספר רב של מסרים בודדים, צריכה לקחת בחשבון גם את מקור המידע. לדוגמא, אתרים

מסוימים השייכים לזירת המדיה החברתית מיועדים ביסודם לתלונות של משתמשים (לדוגמא, Hellopeter.com), ואי לכך מוטים מראש לכוון מסוים. למרות האתגרים בניתוח רגשי, כבר הושגו הצלחות רבות ביישום תהליך זה בתחומי חיים שונים תוך שיעורי הצלחה של 80% בזיהוי (Pang et al., 2008), ואף בתחום התחבורה ישנן סנוניות חיוביות בכוון זה (Schweitzer, 2012). המשיך ההשקעה בפיתוח שיטות לניתוח רגשי בתחום התחבורה בכלל, ובתת תחומים הנוגעים לשירותי תחבורה שונים בפרט, יניב ככל הנראה שיעורי הצלחה גבוהים.

- נתוני מיקום

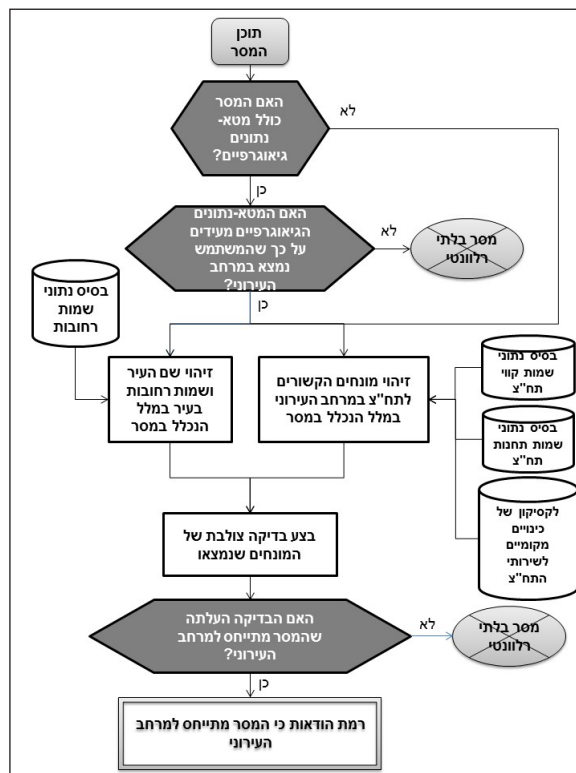
רשויות תחבורה מעוניינות במרבית המקרים לזהות מסרים הרלוונטיים לתת הרשת של מערכת התחבורה הנמצאת תחת תחום אחריותם. ניתן להניח כי מרבית המסרים המופיעים באתרי אינטרנט ובחשבונות ברשתות החברתיות השייכים לרשות תחבורה מסוימת יתייחסו לנושאי נידות במרחב הרשות. עם זאת, בשל האופי הרשתי של מערכת התחבורה (כגון כבישים וקווי תחבורה ציבורית המקשרים בין מרחבים של רשויות שונות), הפעילות התחבורתית במקור הנסיעה, במהלכה וביעדה עשויים להיות רלוונטיים לכלל רשויות התחבורה שהנסיעה מתבצעת במרחביהן. אי לכך, לצורך קבלת החלטות ברשות תחבורה מסוימת נדרש במקרים רבים ניתוח תוכן מתוך אתרי אינטרנט וחשבונות ברשתות החברתיות הן של רשויות אחרות והן של ארגונים אחרים כגון מפעילי תחבורה ציבורית, מפעילי שירותי חניה וכד', אשר מרחב פעולתם חופף או משיק עם הרשות המפיקה את המידע.

המקרה בו המסר נוצר על ידי המשתמש באתר האינטרנט או בחשבון ברשת חברתית השייך לרשות או לארגון בתחום התחבורה מקל במידה רבה על איתור תחומי המרחב ברשת התחבורה אליו מתייחס המסר. אולם, הרוב המכריע של המסרים נשלחים באמצעות אתרים ואפליקציות שאינן ספציפיות לתחבורה, ובפרט באפליקציות חברתיות כגון Facebook, Twitter ובארץ במקרים רבים באמצעות WhatsApp. במקרים אלה קיימות שתי טכניקות עיקריות לזיהוי המיקום המרחבי אליו מתייחס המסר: (1) לזהות את המיקום של המשתמש בעת שליחת המסר ו/או (2) לזהות את המיקום מתוך תוכן המסר. השיטה הראשונה מתאפשרת כאשר המסר כולל מטא-נתונים (נתונים אודות נתונים) המתייחסים למיקום הגיאוגרפי של המשתמש בעת שליחת המסר. מצב זה מתקיים כאשר האפליקציה תומכת בתכונה זו וכאשר הגדרות הפרטיות של המשתמש מאפשרות זאת.

נכון לימים אלה, משתמשים מעטים בוחרים לאפשר הצמדה של מטא-נתונים לגבי מיקומם למסרים שהם שולחים (Mai et al., 2013). מן הראוי גם לציין כי גם במידה ולמסר מוצמד מידע גיאוגרפי על המיקום בעת שליחתו, קיימים מקרים בהם המשתמש נמצא במיקום מסוים אך שולח מסר לגבי מיקום אחר. לדוגמא, משתמש שנוסע באוטובוס מירושלים לתל-אביב יכול לנהל "שיחה" ב-WhatsApp עם חבר בהיותו בתל-אביב ולספר על תחזוקה לקויה של התחנה בה עלה על האוטובוס בירושלים.

לאור המגבלות של זיהוי המיקום באמצעות מטא-נתונים גיאוגרפיים, מתבצעים מחקרים המתמקדים בפיתוח מתודולוגיות להסקת מסקנות לגבי המרחב הגיאוגרפי אליו מתייחסים מסרים במדיה חברתית על בסיס ניתוח

המלל הנכלל במסר. משימה זו אתגרית במיוחד לאור מגוון המשמעויות שניתן לייחס לשמות מקומות. לדוגמא, הרצליה הוא שם של עיר, שם של רחוב בחיפה, שם של בית חולים פרטי ושם של נשים בישראל. הוצעו מספר גישות לזיהוי מיקום גיאוגרפי על בסיס תוכן של מסר. קיימות טכניקות לזיהוי אוטומטי של שמות בתוך מלל. לאחר שאותרו מילים שזוהו כשמות, נדרש להפריד בין שמות המקומות לשמות אחרים. Web-a-Where, מערכת למציאת הקשרים גיאוגרפיים בדפי אינטרנט, הינה אחת העבודות החלוציות להתמודדות עם הבעיה (Amitay et al., 2004). TwitterTagger הינה מערכת שפותחה מאוחר יותר, ומתייגת מיקום גיאוגרפי של ציצי Twitter בהתבסס על השוואתם לבסיס נתוני המיקום של United States Geological Survey (USGS) (Paradesi, 2011).¹⁵



איור 3: תיאור סכמטי של תהליך הזיהוי שעל רשות עירונית לבצע במהלך חיפוש מסרים הנוגעים למערכת התחבורה במרחב העירוני שלה (Grant-Muller et al., 2014)

בתחום התחבורה ניתן להרחיב את העיקרון של שימוש בבסיסי נתונים של שמות מקומות, וליישם אותו גם על בסיס מידע הכוללים שמות ישויות תחבורתיות, כגון שמות/מספרי קווי תחבורה ציבורית, שמות חניונים וכד'. בסיסי מידע אלה מהווים נכס משמעותי בפיתוח מתודולוגיות לזיהוי אוטומטי של המרחב הגיאוגרפי אליו מתייחס המסר. דוגמא מעניינת ליישום שיטה זו נמצאת במאמרם של Bry et al. (2005), שבו מתוארת בניית מודל של נתונים מרחביים הכוללים גם מידע ספציפי הנוגע לשירותי תחבורה כגון רכבות.

ניתן לשער כי זיהוי אפקטיבי של המרחב הגיאוגרפי אליו מתייחס תוכן הנמצא במדיה חברתית צריך לשלב מספר טכניקות, בהתאם למאפייני המסר. באיור 3 נתון תיאור סכמטי של תהליך הזיהוי שעל רשות עירונית לבצע במהלך חיפוש מסרים הנוגעים למערכת התחבורה במרחב העירוני שלה.

סיכום ומסקנות

עבודות מחקר ומקרי בוחן שעסקו בהפקת מידע תחבורתי ממדיה חברתית מעידים על יכולת לאתר תופעות, צרכים והעדפות של משתמשי הדרך. תרומתו של מידע זה משמעותית ביותר באזורים רבים אשר אינם מנוטרים באמצעים אחרים (כגון גלאים ומצלמות), ותרומה זו מאפשרת לרשויות לנקוט בפעולות אפקטיביות המתבססות על המידע החדש. לדוגמא, זיהוי כמעט מיידי של עצם קיום תאונה, ויותר מכך הבנת מאפייניה הספציפיים, מאפשרת טיפול יעיל וממוקד באירוע. במקרים אחרים, כגון בעת איסוף מידע על רמת שביעות הרצון של משתמשי התחבורה הציבורית, הפקת מידע ממדיה חברתית מציבה חלופה זולה יחסית לאיסוף מידע מסוג זה, וכזו הנותנת ביטוי להיבטי השירות שמשתמשי הדרך בחרו להבליט.

בו בזמן, המורכבות של "הפרדת המוץ מהתבן", קרי זיקוק המידע הרלוונטי והמשמעותי, עדיין רבה וסוגיות רבות טרם נפתרו. טכניקות כריית המלל בכלל, ואלה המיועדות לתחום התחבורה בלבד, טרם הגיעו לרמת בשלות המבטיחה אחוזי הצלחה גבוהים הן במונחים של דיוק והן במונחים של איחזור. העובדה כי המידע המופק עלול להיות מוטעה, ולא דווקא מייצג את כלל משתמשי הדרך, מעצים את הצורך לפתח שיטות להיתוך מידע זה עם מקורות מידע מסורתיים, קרי סקרים לסוגיהם השונים.

ניתן לסכם ולומר כי מקומה של המדיה החברתית כערוץ תקשורת הולך ומתעצם בחברה המודרנית. לכן, בעוד האתגרים בהפיכתה לזירה אפקטיבית להפקת והפצת מידע תחבורתי עדיין רבים, קיימות ראיות מבטיחות כי המשך המחקר והפיתוח בתחום זה יאפשר את מיצוי הפוטנציאל הרב הטמון בה.

הערות

1. <http://www.gartner.com/it-glossary/social-media>
2. <http://www.tapuz.co.il/forums2008/forumpage.aspx?forumid=1630&r=1>
3. <http://www.tripadvisor.co.il>
4. <https://www.facebook.com>

- .5 /http://www.blogger.co.il
- .6 /https://twitter.com
- .7 /http://en.reddit.com
- .8 /https://www.youtube.com
- .9 https://twitter.com/itayg1/status/565597769994625024
- .10 https://twitter.com/pinhaswolf/status/464295996797616129
- .11 https://www.facebook.com/amir.aharoni posts/101541255 51240076
- .12 https://twitter.com/elladoron/status/356148398858059778
- .13 /https://tahbura.wordpress.com/project_sardine
- .14 https://twitter.com/attilus/status/567060642398343169
- .15 /http://geonames.usgs.gov

מקורות

- Amitay, E., Har'El, N., Sivan, R., Soffer, A., (2004), "Web-a-Where: "Geotagging Web Content", SIGIR '04 Proceedings of the 27th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval, pp. 273-280
- Bry, F., Lorenz, B., Ohlbach, H.J., Rosner, M., (2005), "A Geospatial World Model for the Semantic Web", Principles and Practice of Semantic Web Reasoning, Lecture Notes in Computer Science, Springer Berlin / Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 3703, pp. 145-159.
- Carrasco J A, Hogan B, Wellman B, Miller E J, (2008),"Collecting social network data to study social activity-travel behavior: an egocentric approach" *Environment and Planning B: Planning and Design* 35(6) 961 – 980.
- Cho S., Kang J.Y., Yasar, A. Luk Knapen L., Bellemans T., Janssens D., Wets G., Hwang C., (2013), "An Activity-based Carpooling Microsimulation using Ontology", *Procedia Computer Science*, 19, pp. 48-55
- Collins, C., Hasan, S., Ukkusuri, S.V., (2013), "A Novel Transit Rider Satisfaction Metric: Rider Sentiments Measured from Online Social Media Data", *Journal of Public Transportation*, 16, (2), pp. 21-45
- Corley, C., Cook, D., Mikler, A., Singh, K., (2010), "Text and structural data mining of influenza mentions in web and social media", *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7, (2), pp. 596-615
- Gal-Tzur, A., Grant-Muller, S. M., Kuflik T., Minkov, E., Nocera, S., Soor I., (2014a), "The Potential of Social Media in Delivering Transport Policy Goals", *Transport Policy*, Vol 32, pp 115-123

Gal-Tzur, A., Grant-Muller, S. M., Minkov, E., Nocera, S., (2014b), The Impact of Social Media Usage on Transport Policy: Issues, Challenges and Recommendations", *Procedia - Social and Behavioral Science*, 2014, Vol 111, pp 937-946

Grishman, R., Huttunen, S., Yangarber, R., (2002), "Information extraction for enhanced access to disease outbreak reports", *Journal of Biomedical Informatics*, 35, (4), pp. 236–246

Grant-Muller S.M., Gal-Tzur A., Minkov E., Nocera S., Kuflik T., and Shoor I., (2014), "Enhancing Transport Data Collection through Social Media Sources: Methods, Challenges and Opportunities for Textual Data", IET Intelligent Transport Systems. doi: 10.1049/iet-its.2013.0214

Kaplan A.M., Haenlein M. (2010), "Users of the world, unite! The challenges and opportunities of SocialMedia", *Business Horizons*, Vol. 53 Issue 1, PP. 59-68

Kushal, D., Lawrence, S., Pennock, D. M., (2003), "Mining the peanut gallery: Opinion extraction and semantic classification of product reviews", *Proceedings of the 12th international conference on World Wide Web*, ACM, pp. 519-528.

Lanagan, J., and Smeaton, A. F., (2011)"Using Twitter to Detect and Tag Important Events in Live Sports", in Proceedings of the Fifth International AAAI Conference on Weblogs and Social Media (ICWSM)

Liu X., Lang B., Yu W., Lou J. Huang L., (2011), "AUDR: An Advanced Unstructured Data Repository", *Pervasive Computing and Applications (ICPCA)*, 2011 6th International Conference, Conference Publication PP. 462-469

Mai, E., Hranac, R.. (2013), "Twitter Interactions as a Data Source for Transportation Incidents", *TRB 92nd Annual Meeting Compendium of Papers*.

Niaraki A.S., Kim, K., (2009), "Ontology based personalized route planning system using a multi-criteria decision making approach", *Expert Systems with Applications*, 2009, 36, pp. 2250–2259.

Pak, A., Paroubek, P., (2010), "Twitter as a Corpus for Sentiment Analysis and Opinion Mining", *Computer*, 10, pp. 1320-1326.

Nocera, S., (2011), "The key role of quality assessment in public transport policy", *Traffic Engineering & Control*, 52, (9), pp. 394-398.

Pang, B., Lee, L., (2008), "Opinion Mining and Sentiment Analysis", *Foundations and Trends Information Retrieval*, 2, (1-2), pp. 1-135.

Paradesi, S., (2011), "Geotagging Tweets Using Their Content", Proceedings of the Twenty-Fourth. International Florida Artificial Intelligence Research Society Conference, pp. 335-356.

Tumasjan, A., Sprenger, T.O., Sandner, P. G., Welpe, I. M., (2010), "Predicting Elections with Twitter: What 140 Characters Reveal about Political Sentiment", Proceedings of the Fourth International AAAI Conference on Weblogs and Social Media.

Pender B., Currie G., Delbosc A., Shiwakoti N., (2014), "Social Media Use in Unplanned Passenger Rail Disruptions - An International Study", TRB 93rd Annual Meeting.

Schulz, A., Ristoski, P. and Paulheim, H., (2013), "I see a car crash: Real-time detection of small scale incidents in microblogs", In P. Cimiano, M. Fern`andez, V. Lopez, S. Schlobach, and J. V`olker, editors, 'The Semantic Web: ESWC 2013 Satellite Events,' number 7955 in Lecture Notes in Computer Science, pages 22–33. Springer Berlin Heidelberg

Schweitzer, L., (2012), "How Are We Doing? Opinion Mining Customer Sentiment in US Transit Agencies and Airlines Via Twitter", Presented at the 91th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C.

Sterne J., 2010, "Social media metrics: How to measure and optimize your marketing investment", books.google.com

Steiger E., Ellersiek T., Zipf A., (2014), "Explorative public transport flow analysis from uncertain social media data", GeoCrowd '14 Proceedings of the 3rd ACM SIGSPATIAL International Workshop on Crowdsourced and Volunteered Geographic Information, PP. 1-7

Steinwart I., Christmann A., (2008), "Support Vector Machines", Springer, New York.

Wang J., Ding, Z., Jiang, C., (2005), 'An Ontology-based Public Transport Query System', Proceedings of the First International Conference on semantics and Grid', SKG

שימוש בנתונים סלולאריים בניתוח פעילות מרחבית: המקרה של מע"ר מטרופולין תל-אביב

איל אשבל, יגאל צ'רני וערן רזין

תקציר

במאמר זה נעשה שימוש בנתוני רשתות סלולאריות לשם ניתוח פעילות מרחבית. מטרת המחקר היא להציג את האפשרויות והתרומה הפוטנציאלית הקיימת בשימוש בנתונים סלולאריים לצרכי תכנון. עד כה, מרבית הנתונים על הפעילות המרחבית כגון יוממות, נסיעה למטרות פנאי וקניות התבססו על נתונים שנאספו במסגרת מפקדי אוכלוסין וסקרים שונים. נתונים אלה הקיפו חלק מצומצם של האוכלוסייה ומסגרות הזמן בין איסוף הנתונים לבין זמיונות למטרות מחקר אפשרו ניתוח של התופעות זמן רב לאחר מדידתן. בשנים האחרונות, השימוש הנרחב בטלפונים חכמים חושף את התועלות הרבות שניתן להפיק מהמידע המצטבר במערכות התקשורת הסלולארית. במחקר זה נעשה שימוש בנתוני הרשת הסלולארית שנאספו ועובדו על ידי חברת סטארט-אפ ישראלית (טרנדאייט). אחד היתרונות של הנתונים הסלולאריים הוא האפשרות לזהות את מקומות הלינה/המגורים של המשתמשים והמקומות בהם הם שוהים במהלך היום. ניתוח הפעילות במע"ר מטרופולין תל-אביב בעזרת ביג דאטה (big data) מאפשר זיהוי ואומדן תופעות מוכרות תוך התבססות על נתונים אמפיריים וזאת באמצעות הגדרת יחידות גאוגרפיות ופרקי זמן המותאמים לצרכים ספציפיים. מילות מפתח: רשת סלולארית, טלפונים חכמים, ביג דאטה, פעילות מרחבית, מרכז עסקים ראשי, תל-אביב.

מבוא

במשך שנים רבות התבסס המחקר הגאוגרפי על מידע ביחידות מרחביות קבועות מראש ובתדירות עדכון נמוכה (מפקדי אוכלוסין, סקרים, וכדומה). העלות הגבוהה הכרוכה באיסוף מידע ברזולוציה גבוהה וברמות עדכון עתירות תכופות הובילו למחקר המסתפק בניתוח תופעות זמן רב לאחר התרחשותן וברזולוציות שנקבעו מראש על ידי הגורמים האוספים את הנתונים. כתוצאה ממצב נטה המחקר "ליישר קו" עם הנתונים ולהתאים את מטרות המחקר לנתונים הקיימים.

ההתפתחויות הטכנולוגיות של השנים האחרונות טומנות בחובן הזדמנויות רבות לחוקרים העוסקים בזיהוי ובניתוח תופעות מרחביות. הפוטנציאל בולט במיוחד בכל הקשור לשימוש בטלפונים סלולאריים ששיעורי החדירה שלהם בעולם הגיעו ל-96% בשנת 2014 (Deville et al., 2014). הטלפונים החכמים הם מקור מידע חדש ומבטיח, המספק מידע רב על ההתנהגות האנושית במרחב ומאפשר בחינה של תהליכים מרחביים כמעט בזמן אמת. השימוש

בנתוני הרשת הסלולארית הוא בעל פוטנציאל לשנות מן היסוד את יכולת האבחון של התהליכים המתקיימים סביבנו תוך התייחסות למקום ולזמן בו הם מתקיימים בקנה מידה וברמות פירוט שטרם נראו.

מטרת המחקר היא להציג את האפשרויות והתרומה הפוטנציאלית הקיימת בשימוש בנתונים סלולאריים לצרכי תכנון. לגאוגרפים ומתכננים הרגילים לנתח נתוני מפקד או סקרים נפח המידע הסלולארי הוא בחזקת ביג דאטה. מאמר זה סוקר תחילה את השימוש במידע סלולארי במחקר הגאוגרפי בעולם, מתאר את מאפייני המידע הסלולארי ומצביע על האתגרים הניצבים בפני חוקרים אשר רוצים לעשות בו שימוש. לאחר מכן, מוצגים מאפייני המידע הסלולארי בהם נעשה שימוש במאמר הנוכחי. ניתוח חקר המקרה של מע"ר המטרופולין תל-אביב באמצעות מידע סלולארי מוצג בהמשך. הניתוח כולל בחינה של איכות הנתונים, ניתוח מסורתי של המע"ר (כמות מועסקים ומהיכן הם מגיעים) וניתוח חדשני הבוחן את שעות ההתחלה וסיום העבודה של המועסקים במע"ר ברזולוציה זמן המתאפשרת בזכות המידע הסלולארי. הפרק האחרון כולל את סיכום הממצאים ודן באפשרויות הקיימות לשימוש במידע מסוג זה בשדה התכנון.

השימוש בנתוני רשת סלולארית לצרכי מחקר

העלייה בכמות ובמגוון הנתונים המרחביים הזמינים מרשתות סלולאריות ברחבי העולם, הוביל לגידול בשימוש בנתונים מסוג זה לצרכי מחקר, שעוסק בראש ובראשונה בדינמיקה של הניידות ושל הפעילות האנושית במרחב (Steenbruggen *et al.*, 2011; 2014). בשנת 1994 נעשה הישג ראשוני במרחב בארה"ב בתחום של בחינת ניידות אנושית במסגרת פרויקט CAPITAL (Cellular Applied to ITS Tracking and Location) בו השתמשו החוקרים בנתוני רשת סלולארית ככלי לבחינת תנאי התנועה ברשת הדרכים. הניסיון האירופאי הראשון בחן אף הוא את תנאי התנועה ברשת הדרכים בזמן אמת (Bolla and Davoli, 2000). מאז נעשה שימוש במידע סלולארי במחקרים נוספים שעסקו בניידות אנושית (לסקירה רחבה ראה: Steenbruggen *et al.*, 2011). אחד הנושאים המרכזיים בהם נעשה שימוש בנתוני רשת סלולארית הוא ניתוח דפוסי יוממות (Novak *et al.*, 2013, Becker *et al.*, 2013, Becker *et al.*, 2012, Phithakkitnukoon *et al.*, 2010, Ahas *et al.*, 2011).

באסטוניה ריכזו במשך שנתיים נתונים אנונימיים של רשת סלולארית על כשליש מאוכלוסיית המדינה. מקום המגורים ומקום העבודה של משתמשי הרשת הסלולארית הוגדר בהתבסס על מיקומם של המשתמשים בשעות הלילה ובשעות העבודה וחושבה מטריצת "בית-עבודה" ברזולוציה מרחבית גבוהה אשר אינה מוגבלת על ידי יחידות איסוף המידע המסורתיות (Novak *et al.*, 2013). הניתוח כלל חישוב יחסים של אוכלוסיית יום-לילה, זיהוי מוקדים בהם מתבצעת פעילות של עבודה ומתן שירותים והגדרת היררכיה של אזורים פונקציונאליים באסטוניה. במחקר על השינוי היומי בחיי העיר, צירפו Ahas וחוב' (2000) מידע מסקרים שכללו קבוצת תושבים שהתגוררה בפרברי טאלין בירת אסטוניה למידע הסלולארי. מחקרים הצביע על שגרת יוממות המשתנה בסופי שבוע. בזכות זמינות מידע מסקרים נמצא גם שמרחק הנסיעה הממוצע במהלך היום של נשים עובדות גדול יותר ממרחק הנסיעה של עקרות בית, אך קצר מזה של גברים עובדים. המחקר איתר, באמצעות

שימוש בנתוני הרשת הסולארית מוקדי פעילות שונים של האוכלוסייה. בניגוד להשערה לפיה פרבור מוביל לריחוק האוכלוסייה הרלוונטית ממוקדי העיר והחיים העירוניים, נמצא שמרכז העיר טאלין הוא הבחירה המועדפת על האוכלוסייה בשעות הפנאי.

במחקרם בתחום הניידות האנושית, עשו Becker וחוב' (2013) שימוש במידע סולארי מקבוצה מקרית של מכשירים אשר כתובת משלוח הדואר לחיוב החודשי שלהם היא ברדיוס של עד 80 ק"מ ממרכזי הערים ניו יורק, סן פרנסיסקו ולוס אנג'לס וברדיוס של עד שמונה קילומטר מעיר קטנה בצפון מדינת ניו ג'רזי (Morristown). ממחקרם עלה כי, בממוצע, מרחקי הנסיעה של תושבי לוס אנג'לס גדולים מאלה של תושבי סן פרנסיסקו, ומרחקי הנסיעה של תושבי מנהטן הם הקצרים ביותר. בנוסף לכך, מצאו החוקרים כי קיימת שונות מרחבית ועיתית בדפוסי הניידות בין התושבים בעלי מרחקי הנסיעה הארוכים ביותר. תושבי ניו יורק נסעו למרחקים ארוכים יותר באופן משמעותי לעומת תושבי לוס אנג'לס. מרחקי הנסיעה של תושבי לוס אנג'לס וניו יורק בחורף היו קצרים יותר מאשר בקיץ. המחקר בחן גם את אגן התעסוקה והבילוי של העיר הקטנה, בהתבסס על נתוני מכשירים סולאריים בעלי פעילות משמעותית במהלך שעות העבודה, ובמהלך יום חג (תהלוכת יום פטריק הקדוש) (Morristown). לתוצאות היה מתאם גבוה עם נתוני מפקד האוכלוסין בארה"ב.

תחום מחקרי נוסף, העושה שימוש במידע סולארי, הוא מיפוי עיתי ומרחבי של פעילות אנושית. בתחום זה נעשו ניסיונות לזהות ולסווג יחידות מרחביות בהתבסס על אופי הפעילות האנושית כפי שמשתקפת בנתוני הרשת הסולארית. חוקרים ב-MIT ו-SENSEable City Lab פרסמו מספר מחקרים בתחום זה (Ratti et al., 2006; Reades et al., 2007; 2009). במסגרת המחקר זוהתה נוכחות מוגברת של פעילות בשעות העבודה בחלק מסוים של האנטנות הסולאריות ובשעות הערב והלילה באנטנות אחרות. במחקר במילאנו החוקרים יצרו מפות המציגות את השינוי המרחבי והעיתי של הפעילות הסולארית בעיר המדגישות את דפוסי היוממות ומוקדי התחבורה המרכזיים. מחקר נוסף אסף נתוני שימוש ברשת הסולארית במשך שלושה חודשים במרווחים של 15 דקות, בשטח של 47 קמ"ר סביב העיר רומא, שחולק ל-2115 פיקסלים של 500x500 מ' (Reades et al., 2007; 2009; Calebrese et al., 2011). המחקר כלל ניתוח של הנתונים בשבעה אתרים שנבחרו בהנחה שקיים ביניהם שוני בדפוסי הפעילות. תוצאות המחקר הראו כי במהלך ימי שני-שישי כלל האתרים הם בעלי מאפיינים דומים, עם קצב ירידה מוגבר של הפעילות בימי שישי. בימי שבת וראשון ישנה ירידה בפעילות הסולארית בכ-50%, כאשר קיימת שונות בין האתרים שנבחרו. השונות באה לידי ביטוי באופן ניכר יותר באתרים המאופיינים באוכלוסייה מתחלפת (לדוגמה, תיירים, יוממים), בהם ניתן לבצע סיווג על פי סוג האנשים (מקומיים או לא מקומיים). המחקר מלמד שקיים יחס ברור בין פעילות אנושית לבין נתוני רשת סולארית ושניתן לאפיין מיקומים של פעילות בהתבסס על נתוני הרשת הסולארית.

המחקרים לעיל המבוססים על נתוני הרשת הסולארית מדגימים את הפוטנציאל והיתרונות של השימוש במידע זה. השימוש במידע סולארי מציע מידע עדכני במדגמים גדולים מאוד המאפשר לחקור מגוון רחב של תופעות

אנושיות בקנה מידה מרחבי ועיתי מגוון. השימוש בנתוני הרשת הסלולארית מאפשר איתור וניתוח של דפוסי ניידות ופעילות אנושית אשר אינם מוגבלים ליחידות גאוגרפיות מסורתיות וקבועות. עם זאת, מחקרים אלה מתמקדים במתודולוגיה להמרת ולהצגת נתונים מהרשת הסלולארית ופחות בתרומה תיאורטית בעלת משמעות בתחומי המחקר העירוני והתכנוני.

תיאור הנתונים

כפי שהוסבר לעיל, השימוש בנתוני הרשת הסלולארית לצרכי מחקר טומן בחובו יתרונות רבים בהשוואה למקורות המידע המסורתיים. עם זאת, חשוב להבין את האתגרים, המורכבות וההנחות המהוות חלק בלתי נפרד משימוש במידע זה. החלק הראשון של פרק זה, יכלול תיאור כללי של תהליך האיכון הסלולארי ואת האתגרים וההנחות היסוד שנגשות בחלק מהמחקרים העושים שימוש במידע סלולארי. בחלקו השני יוצגו הנתונים הסלולאריים אשר בהם נעשה שימוש במאמר הנוכחי והסיבות לבחירתם.

- האתגרים בשימוש נתוני רשת סלולארית

הרשת הסלולארית כוללת כמויות עצומות של מידע המבוסס על תשתית סטאטית ומכשירי טלפון סלולאריים ניידים. בזמן פעילות (לדוגמה, שיחות, הודעות, העברת מידע וכו') המכשיר הסלולארי מקושר לתחנת תקשורת הבסיס (Base Transceiver Station) המשמשת כנקודת גישה לרשת הסלולארית והנשלטת על ידי תחנת בקרה. השטח הנשלט על ידי תחנת התקשורת הוא "תא סלולארי" כאשר מספר תאים מקובצים הם LAC (Location Areas) והם נשלטים על ידי תחנת בקרה. כל פעולה אשר נעשית באמצעות שימוש במכשיר הסלולארי מתועדת במערכות של הרשת הסלולארית. הרישום במערכות המידע של הרשת הסלולארית כולל מגוון פרמטרים טכניים הכוללים בין היתר שלושה מרכיבים בסיסיים, זמן ביצוע הפעולה, תחנת תקשורת הבסיס אליה היה מחובר המכשיר הסלולארי ומספר מזהה חד-ערכי של המכשיר הסלולארי. תהליך האיכון הסלולארי הבסיסי ביותר מקשר את המכשיר למיקום של תחנת הבסיס אליה היה מחובר הטלפון.

השימוש בנתוני הרשת הסלולארית במחקר מבוסס על מספר הנחות וטומן בחובו מספר אתגרים טכנולוגיים ומתודולוגיים בתחומים הבאים: ייצוג/דגימה, רמת דיוק מרחבית ופרטיות.

ייצוג/דגימה: אחת מהנחות היסוד בנוגע לשימוש בנתוני הרשת הסלולארית היא כי בשל שיעורי החדירה הגבוהים של הטלפונים הסלולאריים גודל הדגימה מספק תמונת מצב מדויקת מההיבט הסטטיסטי של כלל אוכלוסיית המחקר. עם זאת, למרות שיעור החדירה הגבוה של מכשירי הסלולארי במדינות המפותחות, אשר במקרים מסוימים אף עולה על גודל האוכלוסייה (Deville et al. 2014), אין ממצאים אמפיריים לגבי היחס בין השימוש במכשירים הסלולאריים לבין מאפיינים סוציו-אקונומיים של האוכלוסייה (כגון, מעמד סוציו-אקונומי, גיל, ומגדר). יתרה מכך, קיימת בעייתיות נוספת בשימוש בנתונים היות שנתונים אלה מתקבלים רק כאשר מבוצעת פעילות כלשהי במכשיר הסלולארי. למרות הגידול בפעילות האקטיבית,

אשר מתבצעת באופן אוטומטי בחלק מהמכשירים החכמים (לדוגמה, הורדת דואר אלקטרוני), לא כל המכשירים הסלולאריים פעילים כל הזמן. כתוצאה מכך, חלק מהאוכלוסיה הינה "שקופה" ולא נלקחת בחשבון במסגרת ניתוח הנתונים.

רמת דיוק מרחבית: התאים הנכללים ברשת הסלולארית שונים זה מזה בגודלם, וכתוצאה מכך היכולת לדייק בקביעת המיקום המרחבי תלויה בצפיפות הרשת (Ahas et al. 2010). בנוסף, נתוני הרשת הסלולארית משויכים לאנטנה ספציפית המהווה נקודה במרחב ולכן אינם מייצרים כיסוי מרחבי מלא. לאור זאת, פותחו מגוון אינטרפולציות מרחביות המבצעות שינויים והתאמות למידע שתפקידן לייצר כיסוי מרחבי מלא עם מגוון רחב של מדדי דיוק (Calabrese 2007, Ahas 2010).

פרטיות: כמפורט לעיל, המאפיינים העיקריים של נתוני הרשת הסלולארית כוללים זמן, מיקום ומספר מזהה ייחודי. לאור זאת, קיימת חשיבות רבה לנושא הפרטיות כאשר נעשה שימוש בנתוני רשת סלולארית. על מנת להתמודד עם אתגר זה, פותחו מספר שיטות על מנת לשלול בעיות הנובעות מנושא הפרטיות שעלולות לעלות כתוצאה מהשימוש בנתונים אלה. אחד הפתרונות הפשוטים שפותחו הינו השימוש ביחידות מדידה של עוצמת השימוש במערכת הסלולארית. מידע מסוג זה אינו כולל את שלושת המרכיבים שפורטו לעיל. מידע זה כולל את עוצמת הפעילות באנטנות בלבד, ולכן אינו מעורר בעיות בנושא פרטיות.

על מנת להתמודד עם נושא הפרטיות, חוקרים אשר משתמשים בנתוני רשת סלולארית אשר כוללים את שלושת המרכיבים שפורטו לעיל, הופכים, למעשה, את המידע לאנונימי על ידי נקיטה במספר צעדים. בראשית התהליך "מערבבים" את המספר המזהה הייחודי. פעולה זו יוצרת חייץ בין המספר המזהה של המכשיר לבין המספר הקיים במערכת. בנוסף, לאחר "עירבוב" המספר המזהה כל הניתוחים והתוצאות מבוצעות על נתונים וערכים מצטברים ומשויכים לאנטנה סלולארית מסוימת. המידע שמתקבל כתוצאה מתהליך זה אינו מאפשר איתור ושיוך הנתונים למכשיר מסוים ולכן אינם כוללים מידע אישי.

- נתוני טרנדאית

המידע והנתונים הסלולאריים אשר נעשה בהם שימוש במסגרת מחקר זה נרכשו מחברת טרנדאית. טרנדאית, סטארט-אפ ישראלי, המספק מידע אנונימי, עדכני ורציף על מגמות ואפיונים של קהלי יעד שונים באמצעות טלפונים סלולאריים. טרנדאית פיתחה אלגוריתמים המשמשים להערכות כמות האנשים הנוכחים במיקום מסוים והאפיון הגאו-דמוגרפי שלהם.

הבחירה בחברת טרנדאית כמקור המידע בעבודת מחקר זה מושתתת על ארבעה גורמים עיקריים. ראשית, הטכנולוגיה של טרנדאית מאפשרת קבלת מידע על כלל האוכלוסיה במיקום מוגדר מתוך מאגר מידע של חברה סלולארית אחת גדולה. כתוצאה מכך, האתגרים שהוצגו לעיל, ביחס לבעיות הדגימה והצגת כלל האוכלוסיה, מקבלים מענה. שנית, בהתבסס על ניתוח דפוסים ומאפיינים מרחביים ועיתיים משתנים, המידע המתקבל מטרנדאית כולל פילוח דמוגרפי של האוכלוסיה (מיקום מגורים, סיווג סוציו-אקונומי). מידע זה כאמור הינו חיוני להבנה מעמיקה יותר של האוכלוסייה המבקרת

באזור המחקר. יתרון נוסף, הוא שיטת האיכון הסלולרי בו משתמשת החברה. על פי המידע שהתקבל מהחברה, תהליך זה משפר את רמת הדיוק המרחבית באופן משמעותי, ויכול להגיע עד לרזולוצייה של כ-200x200 מטר. הסיבה הרביעית לבחירה בנתוני חברת טרנדיט היא קיומם של שלושה סוגי נתונים:

- 1. מערכת זמן אמת (Real Time):** מציגה תמונת מצב רגעית (snapshot) לכל יחידה במרחב (מינימום 200X200 מטר) וזמן במדינת ישראל. תמונת המצב כוללת את כמות האוכלוסיה, מקום המגורים (אזור סטטיסטי, ישוב וכדומה), פיזור אוכלוסיה (היכן נמצאים תושבי המיקום הנבחר), ומעמד סוציו-אקונומי.
- 2. מערכת ניתוח מגמות היסטוריות (trendit Histography):** מבוססת על בסיס הנתונים של מערכת זמן האמת. המערכת מספקת נתונים היסטוריים של תמונות מצב רגעיות החל מפברואר 2011 אודות כמות אוכלוסיה והתפלגותה על בסיס מקום המגורים ומצב סוציו-אקונומי עבור כל מדינת ישראל.
- 3. מערכת מצרפית של טרנדיט (trendit accumulative system):** מאפשרת ניתוח רציף של אוכלוסיית יעד המבקרת ביעד מסוים גם כאשר לא נעשה שימוש אקטיבי ברשת. המערכת המצרפית מאפשרת להעריך את גודל האוכלוסייה המבקרת, לאפיין את משך הביקור, זמן התחלת וסיום הביקור, הגדרת מקום המגורים ואפיון סוציו-אקונומי של האוכלוסייה המבקרת.

מקרה מבחן - מועסקים במע"ר מטרופוליני תל-אביב

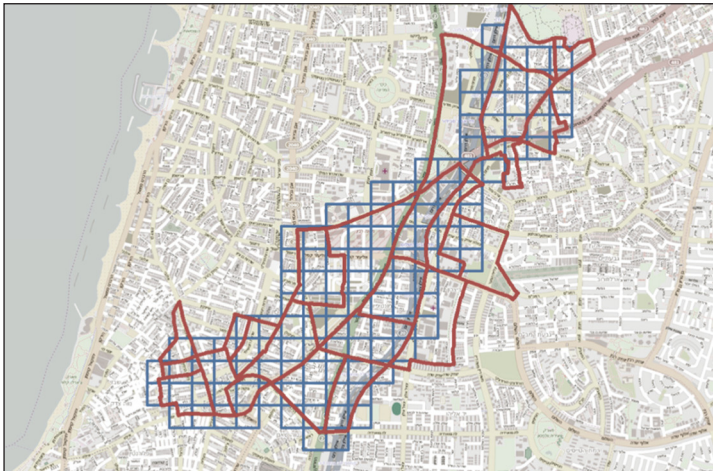
כפי שהוסבר לעיל, מטרתו של מאמר זה הינה להציג את האפשרויות והתרומה הפוטנציאלית הקיימת בשימוש בנתונים סלולאריים לצרכי תכנון. במסגרת זאת נבחן את איכות ואמינות הנתונים הסלולאריים ונציג ניתוח מסורתי וחדשני של המע"ר המטרופוליני של תל-אביב באמצעות נתונים אלה.

המע"ר כמרכז הפעילות העירונית והמטרופולינית היה נושא למחקרים רבים בערים בארה"ב החל ממחצית המאה הקודמת. המחקרים עסקו במגוון נושאים כגון תיחום המע"ר, ניסיונות להחייאתו, תעסוקה ומגורים, תכנון, והכוחות הפוליטיים המעצבים אותו (Birch, 2002; Ford, 2003; Hutton, 2004; Murphy and Vance, 1954; Strom, 2008). אולם עד כה לא התאפשרה בחינה של המע"ר בפעולה, בגלל היעדר מקורות נתונים מתאימים ומהימנים. במילים אחרות, לא ניתן היה למצוא מקורות נתונים שיתעדו את ההתנהגות העתית של האוכלוסיה המבקרת במע"ר.

המע"ר של תל-אביב הוגדר לראשונה במחקרו של אריה שחר במחצית שנות השישים ככזה התופס בעיקר את שטחה של שכונת אחוזת בית ההיסטורית (שחר, 1968). התרחבות הפעילות הכלכלית בעשורים שלאחר מכן הרחיבה את שטחו, תחילה בתחומי העיר תל-אביב ולאחר מכן גם מעבר לתחומי השיפוט המוניציפליים של העיר (צ'רני, 2005; קיפניס, 2009). מבחינה תכנונית, תוחם המע"ר המטרופוליני בראשית המאה ה-21 במסגרת תכנית המתאר של מחוז תל-אביב (תמ"מ 5) שאושרה בשנת 2010. עמוד השדרה של המע"ר הוא ציר

האיילון ודרך בגין והוא משתרע בין אזור שדרות רוטשילד בדרום-מערב לבין אזור הבורסה ברמת גן בצפון-מזרח (איור 1).

במסגרת מאמר זה נאסף מידע אודות כלל האוכלוסייה המבוקרת במע"ר המטרופוליני במהלך חודש מייצג בו אין חגים או אירועים מיוחדים (יוני 2013). על מנת לבחון את מאפייני אוכלוסיית המועסקים במע"ר הוגדרו המאפיינים העיתיים של המבקרים באזור. הגדרת מועסקים על פי נתוני טלפונים סלולאריים היא בעייתית משום שאין מידע על הפעילות של האנשים. אולם אפשר להניח ששהות ממושכת באזור שהוא עסקי בעיקרו קשורה לתעסוקה ומי ששוכה באזור פרק זמן ממושך עושה זאת כחלק מתעסוקתו. לפיכך, אוכלוסיית המועסקים הוגדרה כאוכלוסייה המבוקרת בין השעות 06:00-20:00 במע"ר ושאוך הביקור שלה נע בין ארבע ל-12 שעות.

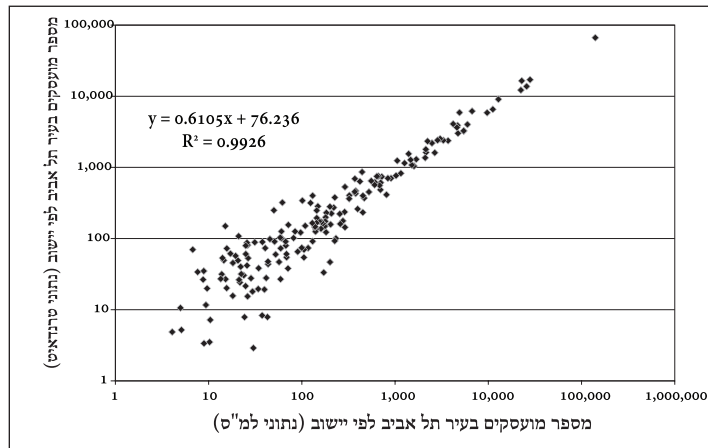


איור 1: מע"ר מטרופולין תל-אביב

- בחינת אמינות הנתונים

לשם בחינת מהימנות הנתונים בוצעה השוואה בין נתוני חברת טרנדאט לגבי המועסקים בעיר תל-אביב ומקום מגוריהם של המועסקים לבין אותה אוכלוסייה בהתבסס על נתוני מפקד האוכלוסין האחרון (2008). ההשוואה איששה את קיומו של מתאם גבוה מאוד בין הנתונים (איור 2). לפיכך, ניתן להסיק כי נתוני חברת טרנדאט הינם אמינים והם עשויים לשמש כמקור נתונים מהימן לבחינת הפעילות המרחבית במע"ר מטרופולין תל-אביב.

אשבל, צ'רני ורזין : דינמיקה עתית במע"ר של תל אביב בראי נתונים סלולאריים



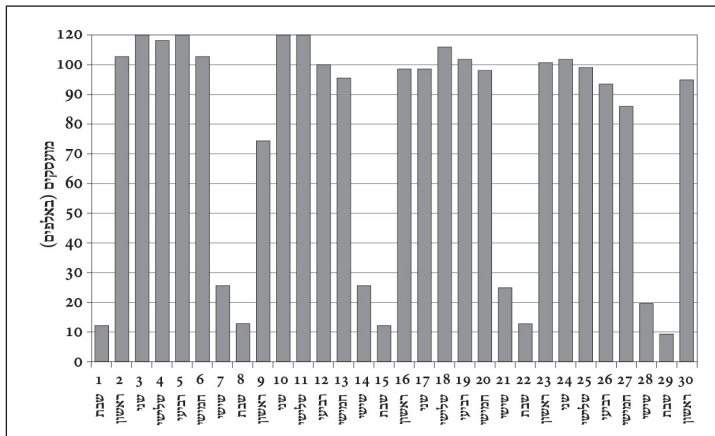
איור 2: מספר המועסקים בעיר תל-אביב לפי יישוב מגורים: השוואה בין נתוני מפקד האוכלוסין (2008) ונתוני טרנזיט (2013)

- ניתוח תופעות "מקובלות"

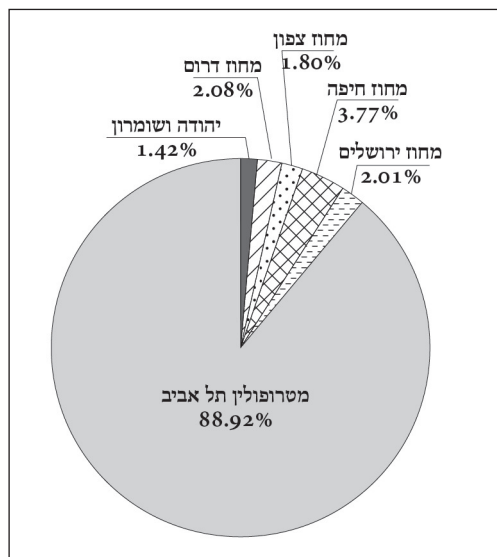
בשלב הבא התמקדנו באוכלוסיית המועסקים במע"ר מטרופולין תל-אביב. באופן לא מפתיע, המספר הגדול ביותר של מועסקים במע"ר הוא בימי העבודה (ראשון-חמישי) אז מספרם הממוצע מגיע ל-110 עד 120 אלף ביום. מספר העובדים במע"ר קטן באופן משמעותי ל-25 עד 30 אלף בימי שישי ולמחצית ממספר זה בשבתות (איור 3). בנוסף ניתן לראות כי לקראת השבוע האחרון של יוני מספר המועסקים פוחת בהדרגתיות.

ההגדרה המרחבית של מטרופולין תל-אביב מבוססת על מפקד האוכלוסין האחרון (2008). על פי הגדרה זאת המטרופולין כולל את מחוזות תל-אביב והמרכז של משרד הפנים ואת אזור טבעי אשדוד. בסך הכל התגוררו במטרופולין בסוף 2013 למעלה מ-3.6 מיליון תושבים (הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, 2014). מבחינת מקום ההגעה של המועסקים למע"ר, רובם מגיעים מיישובי מטרופולין תל-אביב (כ-90% חלקם היחסי של תושבי מחוז חיפה המועסקים במע"ר של מטרופולין תל-אביב (4%) הינו פי שניים ממחוז ירושלים (כ-2%) למרות היותו מרוחק יותר וקטן יותר מבחינת גודל האוכלוסייה המתגוררת בו (איור 4).

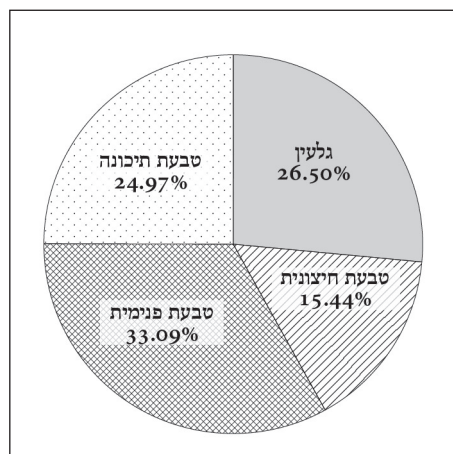
בחינה של התפלגות המועסקים במע"ר שהם תושבי מטרופולין תל-אביב מראה כי 26.5% מהמועסקים מגיעים מגלעין המטרופולין. בהתבוננות על טבעות המטרופולין נראית בבירור השפעת חיכוך המרחק. שיעור המגיעים למע"ר קטן ככל שמתרחקים מהעיר תל-אביב: כ-33% מהמועסקים מגיעים מיישובי הטבעת הפנימית, 25% מהטבעת התיכונה ו-15% מהטבעת החיצונית (איור 5). בנוסף ניתן לראות כי מספר המועסקים במע"ר המתגוררים בגזרה המזרחית והדרומית הוא דומה (כ-30% כל אחד) וחלקה היחסי של הגזרה הצפונית נמוך יותר (כ-15%). חלוקה זאת של המועסקים תואמת במידה רבה את ההתפלגות המרחבית של האוכלוסייה לפי גזרות (הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, 2014; איור 6).



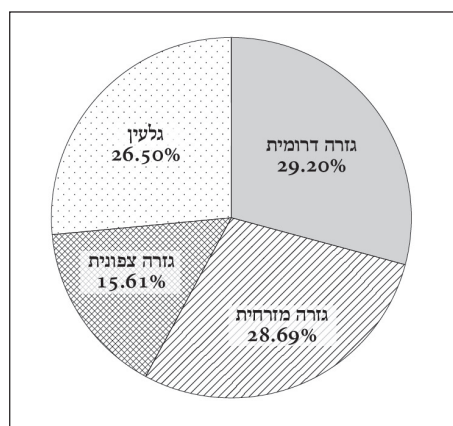
איור 3: מספר מועסקים במע"ר מטרופולין תל-אביב, יוני 2013



איור 4: התפלגות מועסקים במע"ר מטרופולין תל-אביב לפי מחוז מגורים (ימי אמצע שבוע)



איור 5: התפלגות תושבי מטרופולין תל-אביב המועסקים במע"ר המטרופוליני (ממוצע ימי אמצע שבוע), לפי טבעות



איור 6: התפלגות תושבי מטרופולין תל-אביב המועסקים במע"ר המטרופוליני (ממוצע ימי אמצע שבוע), לפי גזרות

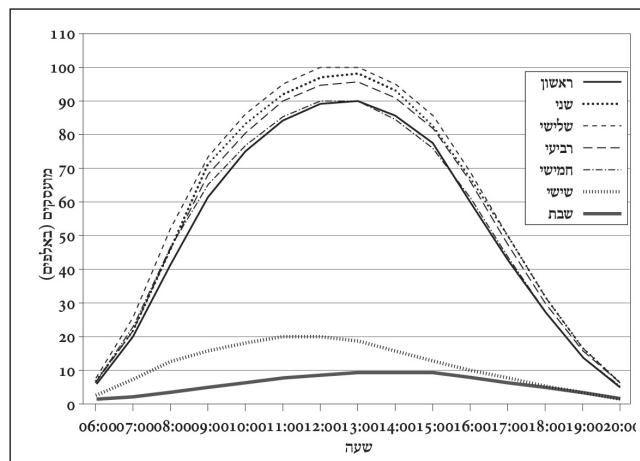
עד לשלב זה הוצגו נתונים המאששים את מה שכבר ידוע (הבדלים בהיקפי הפעילות בין ימי חול לסופי שבוע, ומקום המגורים של המועסקים במע"ר) בהתבסס על מפקדי האוכלוסין, בדיקות עקיפות והערכות מלומדות. למרות זאת, נתונים אלה חשובים ובעלי עניין מסיבה אחת מרכזית: תדירות האיסוף שיטות האיסוף המסורתיות התבססו על מקורות מידע בעלי תדירות איסוף נמוכה מאוד. נתוני כלל המועסקים במע"ר המטרופוליני העדכניים ביותר הקיימים כיום בגופי התכנון השונים מבוססים על מפקד האוכלוסין משנת

2008. משנת 2008 ועד לשנת 2013 (בהם נאספו הנתונים הסולאריים) עבר מטרופולין תל-אביב בכלל והמע"ר בפרט תמורות רבות וכתוצאה מכך נתוני המפקד אינם בהכרח משקפים בצורה מהימנה את אוכלוסיית המועסקים במע"ר כפי שהיתה קיימת בשנת 2013. שימוש בנתונים סולאריים עדכניים מאפשר עדכון לפי דרישה (On Demand) של הנתונים הנדרשים ומאפשר תכנון וניהול של המרחב בהתבסס על נתונים עדכניים.

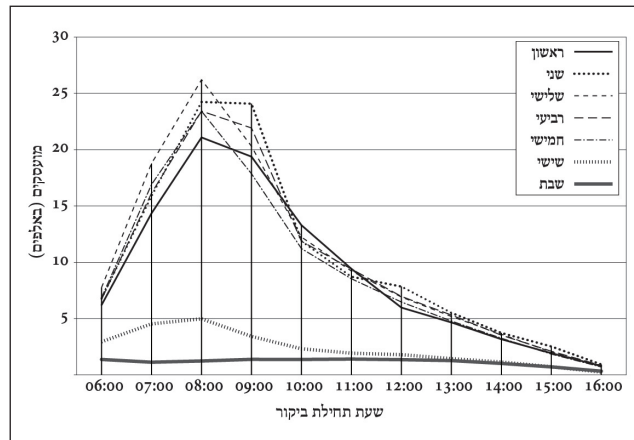
ניתוח מבוסס על כלים חדשניים

מעבר ליכולת עדכון הנתונים באמצעות מידע המתקבל מטלפונים סולאריים, קיימים יתרונות/יכולות נוספים לנתונים אלה אשר טרם נחקרו, שעשויים להיות בעלי משמעות רבה לאופי בו מתכננים את הפעילות העירונית ומנהלים אותה. התדירות העיתית הגבוהה בה נאסף המידע הסולארי מאפשרת ניתוח וזיהוי של תופעות בקנה מידה של ימים ושעות ופותרת צוהר לדפוסי פעילות ברזולוציה שלא הכרנו עד כה.

איור 7 מציג את מספר המועסקים הממוצע לפי יום בשבוע ושעה הנמצאים במע"ר. למרות העובדה ששעת השיא בה נוכח מספר המועסקים הגדול ביותר במע"ר זהה בכל ימי אמצע השבוע (13:00), קיימת שונות מסויימת במספר המועסקים בכל אחד מימי אמצע השבוע. ימים שני-רביעי הם בעלי מספר הנוכחים הגבוה ביותר כאשר ביניהם ביום שלישי מספר המועסקים הוא הגבוה ביותר (כ-100 אלף). בהשוואה, בימי ראשון וחמישי מספר המועסקים הנוכחים במע"ר נמוך בכ- 15%. בנוסף ניתן לראות כי בכל ימי השבוע המע"ר מתמלא בכ- 60,000 מועסקים במהלך השעות המוקדמות (בין 06:00-09:00).



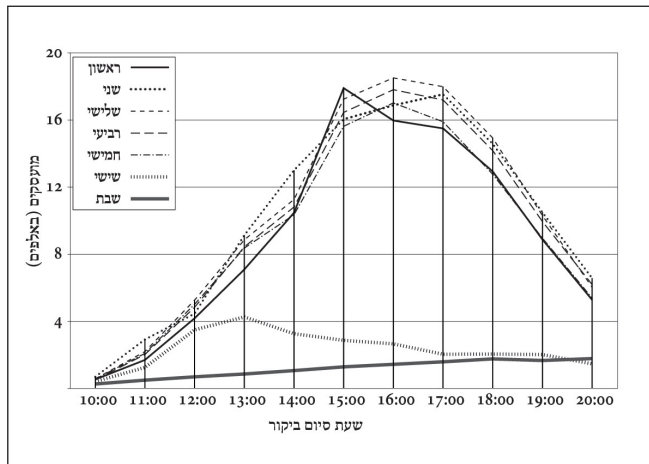
איור 7: מספר מועסקים נוכחים במע"ר המטרופוליני לפי יום בשבוע ושעה ביום



איור 8: מספר מועסקים ממוצע במע"ר המטרופוליני לפי יום בשבוע ושעת התחלת הביקור

מעבר למספר המועסקים הנוכחים במע"ר מאפשרים הנתונים הסלולאריים לבחון באיזה שעות נכנסו ויצאו המועסקים את האזור. איור 8 מציג את מספר המועסקים הממוצע ליום ושעה בשבוע על בסיס שעת הכניסה למע"ר. בכל ימי אמצע השבוע השעה 08:00 היא השעה בה הקבוצה הגדולה ביותר של מועסקים מתחילה את יום עבודתה במע"ר. בנוסף, בכל ימי אמצע השבוע, מספר המועסקים המתחילים את יום עבודתם ב-09:00 גבוה יותר ממספר המתחילים בשעה 07:00. בימי שני מספר המועסקים המתחילים את יום עבודתם בשעה 08:00 ו-09:00 כמעט זהה. בשאר ימי אמצע השבוע מספר המועסקים המתחילים את יום עבודתם אחרי השעה 08:00 יורד בצורה חדה.

איור 9 מציג את מספר המועסקים הממוצע לפי יום בשבוע ושעת סיום עבודתם. התנהגות המועסקים כפי שבאה לידי ביטוי בשעת הסיום היא בעלת שונות גבוהה יותר מאשר בשעת ההתחלה. שעות סיום העבודה המרכזיות ברוב ימי אמצע השבוע מתפרשות על פני חמש שעות (14:00-19:00) עם שיא של כשעתיים (שלוש עד חמש אחה"צ). לעומת זאת, שעות התחלת העבודה המרכזיות מתפרשות על פני שתיים (07:00-09:00) עם שיא בשעה 08:00. בנוסף לכך ניתן לראות כי מספר המסיימים בשעות השיא אינו כולל "פסגה" ברורה כפי שבוטלת בשעות ההתחלה. לבסוף, ניתן לראות שלוש קבוצות מובחנות של ימי אמצע השבוע. יום ראשון הוא היום היחיד בו ניתן לזהות שעת שיא ברורה לסיום העבודה (15:00) המוקדמת בשעה לפחות משאר ימי אמצע השבוע. ימים שלישי עד חמישי מציגים מבנה דומה של שעות השיא לסיום יום העבודה. בימים אלה שעות השיא מתחילות בסביבות השעה 15:00 ומסתיימות בשעה 19:00. יום שני מציג תמונת סיום שונה. שעות השיא אומנם מתחילות בשעה 15:00 אך "פסגת" היציאה היא רק בשעה 17:00 – כשעה מאוחר יותר מאשר בימים שלישי-חמישי.



איור 9: מספר מועסקים ממוצע במע"ר המטרופוליני לפי יום בשבוע ושעת סיום הביקור

סיכום

מאמר זה הציג את פוטנציאל השימוש בנתונים סלולאריים לצורך ניתוח תופעות מרחביות. היתרונות של השימוש בנתונים מהרשת הסלולארית נובעים מתדירות עדכון הנתונים ומהרזולוציות שניתן להגיע אליהן בהתאם לצרכי המחקר. במקום להתבסס על נתוני מפקד האוכלוסין האחרון שנערך בשנת 2008 ונתוני התפרסמו כמה שנים לאחר מכן ליחידות מחקר שנקבעו מראש, יכולים החוקרים באמצעות מידע מהרשת הסלולארית לקבל נתונים עדכניים כמעט בזמן אמת, ולקבוע את היחידות המרחביות אותן הם מעוניינים לבחון.

השוואה של נתוני חברת טרנדאיט לנתוני מפקד האוכלוסין (2008) הצביעה על התאמה סטטיסטית גבוהה המאששת את אמינות הנתונים הסלולאריים. התאמה זאת מקבלת משנה תוקף במסגרת ניתוח מאפייני המועסקים ופעילותם במע"ר. הנתונים הסלולאריים מצביעים על בין 110-120 אלף מועסקים במע"ר כאשר רובם המוחלט (קרוב ל-90%) מגיע מיישובי המטרופולין. קבוצת המועסקים הגדולה ביותר (למעלה מרבע מכלל המועסקים) מגיעה מגלעין המטרופולין (העיר תל-אביב) והנתונים מספקים הוכחה אמפירית להשפעת חיכוך המרחק על הקשר בין מקום המגורים למקום התעסוקה. במסגרת הניתוח המבוסס על הכלים החדשניים, הוצגה השוואת העיתית בפעילות המועסקים וזאת ברזולוציה יומית ושעתית. בימי אמצע השבוע, שעת השיא מבחינת נוכחות מספר המועסקים הינה 13:00-12:00. השיא הוא בימי שלישי כאשר הימים ראשון וחמישי מציגים את מספר המועסקים הנמוך ביותר בשעות השיא. בנוסף, ניתן לראות כי יש נוכחות פחותה באופן משמעותי בשעת השיא בימי שישי ופחותה אף יותר בשבתות. ניתוח שעות הכניסה והיציאה של המועסקים מגלה "חלון" צר של שעות התחלה (07:00-09:00) עם שיא מודגש בשעה 08:00. לעומת זאת, שעות היציאה פרושות על פני כחמש שעות עם שיא המתפרש על פני שעותיים (15:00-17:00).

תרומת השימוש בנתונים סלולאריים לשדה התכנון היא בשני תחומים עיקריים: עדכניות ורזולוציה מרחבית ועיתית מפורטת. הטמעת השימוש במידע סלולארי בתכנון מאפשרת עדכון נתונים לפי דרישה, הגדרת יחידות מרחביות במגוון רזולוציות ללא מגבלות של יחידות איסוף מידע סטנדרטיות וקביעת יחידות הזמן (דקות, שעות ימים) התואמות את התופעה, וכל זאת בהתאם לצרכי התכנון. השימוש בנתונים סלולאריים, הכוללים היקף עצום של תצפיות על הפעילות האנושית במרחב ובזמן, הוא חלק מהמגמה העולמית של שימוש ב-Big Data. מגמה זאת מקדמת את ה"דמוקרטיה" של המידע ומאפשרת גמישות בבחירת ממדים של מרחב-זמן. תמורות אלה צפויות לתרום לתהליך מושכל יותר של קבלת החלטות תכנוניות אשר יתבסס על הבנה מעמיקה ופרטנית של יחסי האדם עם סביבתו.

מקורות

- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, 2014. שנתון סטטיסטי לישראל מס' 65, ירושלים: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.
- צ'רני, י., 2005. מרכז העסקים הראשי של תל-אביב בראשית המאה ה-21, אופקים בגאוגרפיה, 64-65, ע"מ 228-237.
- קיפניס, ב., 2009. תל-אביב כ"עיר עולם": מוקד ברשת גלובלית ו'ראש ענק' במרחב הישראלי. בתוך ב. קיפניס (עורך), תל-אביב-יפו: מפרבר גנים לעיר עולם, חיפה: פרדס, ע"מ, 227-260.
- שחר, א., 1968. מרכז העסקים הראשי של תל-אביב-יפו, מחקרים בגאוגרפיה של ארץ-ישראל, 6, ע"מ 137-160.
- Ahas R., Aasa A., Silm S., Tiru M., 2010. Daily rhythms of suburban commuters' movements in the Tallinn metropolitan area: case study with mobile positioning data. *Transportation Research Part C*, 18, 45-54.
- Becker A.R., Caceres R., Hanson K., Loh M. J., Urbanek S., Varshavsky A., Volinsky C., 2011. A tale of one city: using cellular network data for urban planning. *Pervasive Computing, IEEE*, 10, 18-26.
- Becker R. A., Caceres R., Hanson J.K., Isaacmna S., Loh M.J., Martonosi M., Rowland J., Urbanek S., Varchavsky A., Volinsky C., 2013. Human mobility characterization from cellular network data. *Communications of the ACM*, 56, 74-82.
- Birch, E., 2002. Having a longer view on downtown living. *Journal of the American Planning Association*, 68, 5-21.
- Bolla R., Davoli, F., 2000. Road Traffic estimation from location tracking data in the mobile cellular network. *Wireless communications and network conference, IEEE*, 3, 1107-1112.
- Calabrese F., Colona M., Lovisolo P., Parata D., Ratti C., 2007. Real time urban monitoring using cellular phones: a case-study in Rome", SENSEable working paper, <http://SENSEable.mit.edu/papers/pdf/CalabreseRatti2007SCLWorkingPaper.pdf>

Deville P., Linard C., Martin S., Gilbert M., Stevens R.F., Gaughan E.A., Blondel D.V., Tatem J.A., 2014. Dynamic Population mapping using mobile phone data. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111.

Ford, L., 2003. *America's New Downtowns: Revitalization or Reinvention?* Baltimore and London: Johns Hopkins University Press.

Hutton, T., 2004. Post-industrialism, post-modernism and the reproduction of Vancouver's central area: retheorizing the 21st-century city. *Urban Studies*, 41, 1953-1982.

International Telecommunication Union, 2014. World Telecommunication Development Conference (WTDC-2014): Final Report. (Dubai: ITU).

Murphy, R. and Vance, J., 1954. Delimiting the CBD. *Economic Geography*, 30, 189-222.

Novak J., Ahas R., Aasa A. Silm S., 2013. Application of mobile phone location data in mapping commuting patterns and functional regionalization: a pilot study of Estonia. *Journal of Maps*, 9, 10-15.

Phithakkitnukoon S., Smoreda Z., Oliver P., 2012. Socio-geography of human mobility: a study using longitudinal mobile phone data. *PloS one*, 7: e39253. doi:10.1371/journal.pone.0039253

Ratti C., Frenchman D., Pulselli M. R., Williams S., 2006. Mobile landscapes: using location data from cell phones for urban analysis. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 33, 727-748.

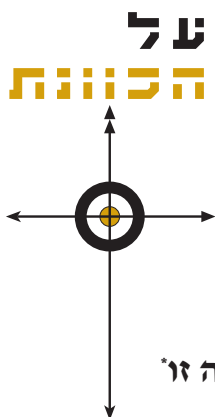
Reades J., Calabrese F. Sevtsuk A., Ratti C., 2007. Cellular census: explorations in urban data collection. *Pervasive Computing, IEEE*, 6, 30-38.

Reades J., Calabrese F., Ratti C., 2009. Eigenplaces: analyzing cities using the space-time structure of the mobile phone network. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 36, 824-836.

Steenbruggen J., Borzacchiello T.M., Nijkamp P., Scholten H., 2011. Mobile phone data from GSM networks for traffic parameter and urban spatial pattern assessment: a review of applications and opportunities. *Geojournal*, 78, 223-243.

Steenbruggen J., Tranos E., Nijkamp P., 2014. Data from mobile phone operators: a tool for smarter cities? *Telecommunications Policy*, 39, 335-346.

Strom, E., 2008. Rethinking the politics of downtown development. *Journal of Urban Affairs*, 30, 37-61.



העברת התכנון לאוצר: דיון ביקורתי בנוגע להגיונות שמאחורי החלטה זו*

ערן פייטלסון

מבוא

לאחרונה החלט על העברת האחריות למערכת התכנון, הכוללת הן את מינהל התכנון והן את מוסדות התכנון, ממשד הפנים לאוצר. הנימוק להעברה זו הוא שהדבר נדרש כדי להתמודד עם משבר הדיור. במאמר קצר זה ברצוני לשאול: האמנם? קרי, באיזו מידה התכנון משפיע על היצע המגורים, והאם היה אכן צורך בהעברתו לאוצר בכדי להגדיל את ההיצע. במידה שישתבר שהמציאות לא תואמת את מראית הדברים שהוצגו כרקע להחלטה זו, נשאלת שאלת המשך - מה משמעות העברה זו?

בכדי לענות על השאלה הראשונה יש צורך להבין מה גרם לעליית מחירי הדיור, איך הגיב השוק, ועד כמה יש קשר בין פעילות מערכת התכנון לתגובת השוק. בחינה זו מראה שההיצע הגיב במהירות לשינויים במחירי הדיור, אך בלי קשר ישיר לתכנון, ובלי להביא להורדת מחירים. בהמשך אני טוען בקצרה שהורדת מחירים אינה המטרה הנכונה, אלא הגדלת הנגישות לדיור, וכי שני הדברים שונים זה מזה. לבסוף, לאור העובדה שההחלטה שהתקבלה היא זמנית, כהוראת שעה לחמש שנים, אני שואל מה ההשלכות העקרוניות של העברת התכנון לאוצר, ועומד על כשלים לוגיים בהגיון המנחה את האוצר בהתייחסותו למערכת התכנון.

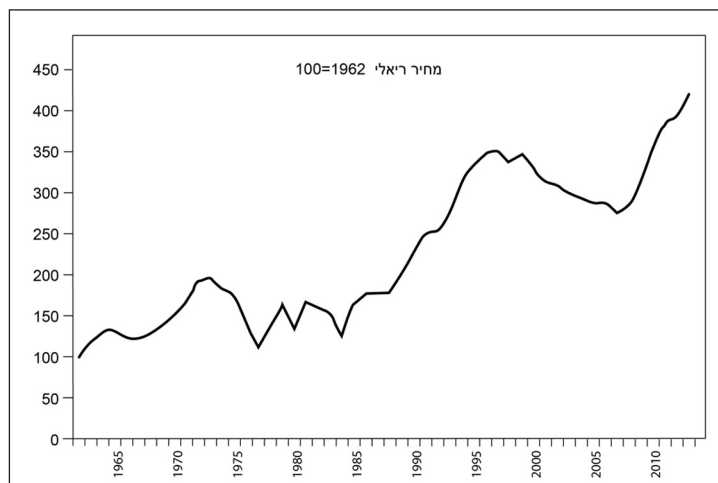
הגורמים ותגובות השוק לעליית מחירי הדיור בישראל

מחירי הדיור בישראל עלו בכמה קפיצות. מאז מלחמת ששת הימים, מחירי הדיור עלו בשנים 1967-1973, כתוצאה מהצמיחה הכלכלית באותן שנים, ושוב בין השנים 1989 ל-1999 כתוצאה מגל העליה. בין תקופות אלו מחירי הדיור ידעו גם ירידות, חלקן תלויות (כלאחר מלחמת יום הכיפורים ובאמצע שנות השמונים). בין השנים 2000 ל-2007 מחירי הדיור הריאליים ירדו באופן מתון (איור 1). ירידה זו מעידה על כך שהשוק היה בשיווי משקל או בעודף היצע, שכן אילו היו עודפי ביקוש המחירים היו צפויים לעלות.

תמונת מצב זו השתנתה בשנת 2008. בשנה זו המשבר העולמי הביא את בנק ישראל להוריד את שער הריבית באופן דרסטי. ירידה זו הוזילה את המשכנתאות, דבר שהביא לכניסת משקי בית נוספים לשוק הדיור. אך ההשפעה העיקרית שלה היא הורדת התשואה על כל מסלולי החיסכון. לכן

* מאמר זה מבוסס על הרצאה בכנס "השינויים במערכת התכנון: מה צופה העתיד?" שנערך בבית ציוני אמריקה ב-8.7.15. אני מודה לגיא זומר ועומר פייטלסון על סיועם באיסוף וניתוח הנתונים במאמר זה.

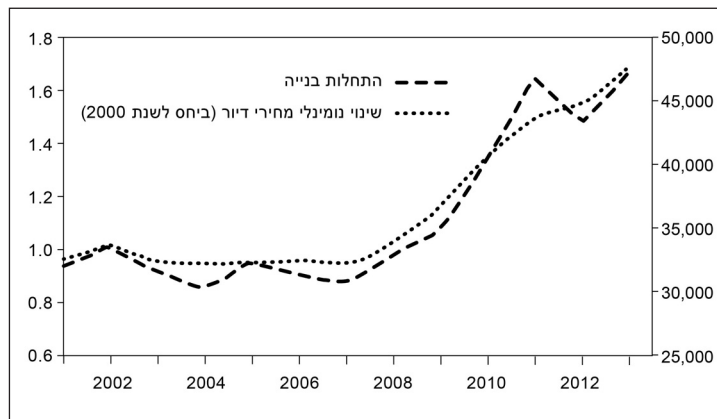
כספים שחיפשו השקעה פנו לשוק הדיור. בעוד שבשנת 2007 כ-2.5% ממשקי הבית החזיקו שתי דירות או יותר, בשנת 2012 אחוז משקי הבית שהחזיקו שתי דירות או יותר עלה ל-7.9%, כאשר בחמישון העליון למעלה מעשרים אחוז ממשקי הבית החזיקו שתי דירות או יותר (21.8%, בהשוואה לפחות מ-8% בשנת 2007). נתונים אלו לא כוללים תושבי חוץ. התוצאה של העלייה בביקוש לדירות למטרות השקעה יחד עם כניסת משקי בית נוספים לשוק הייתה עליה מהירה במחירים (איור 1).



איוור 1: השינויים במחירי הדיור הריאליים. מקור: למ"ס

שינוי זה הבא גם לשינוי בהתנהלות המשתתפים בשוק. בעוד שדיירים קונים דירות כפונקציה הפוכה של מחירן, משקיעים נוטים להגדיל את השקעותיהם כאשר המחיר עולה (Alexander, 2014). על כן בשוקי הנדל"ן נוצרות בועות, בדומה לשווקים הפיננסיים, שיכולות להביא לנפילות קואבות עם התפוצצותן, כפי שאירע באירלנד שם נפלו מחירי הדיור בכ-60% בין 2007 ל-2012, וגררו את המשק למיתון.

איוור 2 מראה את השינויים במחיר הדירות ואת התחלות הבניה. כפי שניתן לראות השוק הגיב מיידית לעליית המחירים בעליה בהתחלות הבניה. עליה זו בקצב הבינוי התרחשה ברובה ביזמה פרטית. למעשה בין השנים 2007 ל-2011 היקף הבניה הציבורית כמעט לא עלה בעוד שהיזמים הפרטיים הגדילו את התחלות הבניה מכ-24.5 אלף בשנת 2007 לכ-30.4 אלף בשנת 2011. משמעות נתון זה היא שהפוטנציאל להרחבת ההיצע, בייחוד באזורי הביקוש, מצוי ברובו בסקטור הפרטי, בעוד שחלק ניכר מיוזמות הממשלה האחרונות, ובעיקר הותמ"ל, מתמקד בסקטור הציבורי.

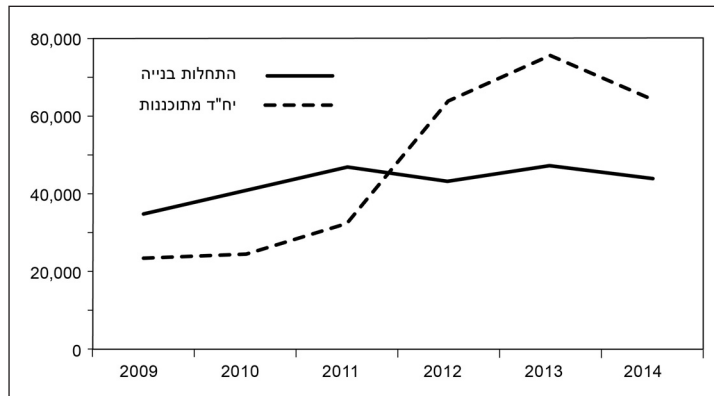


איור 2: שינוי מחירי הדיור הנומינליים ביחס להתחלות הבניה 2001-2013.
מקור: למ"ס

לאור משך הזמן הנדרש לאשר תכניות ברור שהתגובה המהירה בהתחלות הבניה לא התרחשה במסגרת תכניות חדשות. אם כך נשאלת השאלה מהיכן נמצא המלאי התכנוני שעליו התבססו היוזמים. מענה לכך מצוי בסקירה שנערכה עלי ידי במשותף עם החברה להגנת הטבע ומכון דש"א (פייטלסון, בן דוד והורביץ-הראל, 2014). סקירה זו שהתמקדה במחוזות תל-אביב והמרכז בלבד, ושנסמכה על נתוני המחוזות של משרד הפנים, וכן דו"ח שהכינה חברת אורבניקס, נתוני צוות מעקב ובקרה תמ"א 35 ועוד, הראתה שבמחוזות ת"א והמרכז בלבד, ללא תמ"א 38, ישנן כ-140 אלף יחידות דיור מתוכננות (קרי, מאושרות ברמה מפורטת), כאשר בהליכים מצויות עוד כ-290 אלף יח"ד בתכנון מפורט ו-225 אלף נוספות בתהליכי תכנון מתארי. נתונים אלו, שהתמקדו באזורי הביקוש לא כללו את נפות חדרה ואשקלון, שגם הן בתחום שדה היוממות של מטרופולין המרכז, וכן לא כללו תוספות יח"ד באמצעות הקלות שבס או תמ"א 38. יתר על כן, יש לזכור שחלק ניכר מהביקוש לדיור הוא של משקי בית מהסקטור החרדי ומסקטור המיעוטים, שכידוע אינם מרוכזים במטרופולין המרכז. גם חלק מהאוכלוסייה הכללית מבקש דיור מחוץ למטרופולין המרכז. המסקנה לכן היא שיש מלאי תכנוני ניכר בכל הארץ, ובכלל זאת במטרופולין המרכז, והוא לא היווה חסם לשוק הדיור.

ניתן לטעון שעליית התחלות הבניה הקטינה את המלאי התכנוני. ואכן, בין 2009 ל-2011 היקף התחלות הבניה עלה על היקף יחידות הדיור שאושרו תכנונית. אך מאז 2012 עלה מספר יחידות הדיור המאושרות תכנונית למעל 60 אלף בשנה, בעוד שהיקף התחלות הבניה הכולל (ציבורי ופרטי) התייצב בסדר גודל של 43-47 אלף בשנה. השוואת סך יחידות הדיור שאושרו לעומת התחלות הבניה מ-2009 ועד 2014 (איור 3) מראה שהיקף יחידות הדיור המתוכננות גדול בכ-28 אלף מהתחלות הבניה גם בתקופה זו של בניה מואצת. קרי, על אף העליה בהתחלות הבניה, המלאי התכנוני היום גדול מאשר בשנת 2009. יתר על כן, בכל אחת מהשנים הללו מערכת התכנון עמדה ביעדים שהממשלה הציבה בפניה. חשוב מאוד לציין שרוב רובן של יחידות הדיור

שאושרו בתקופה זו אושרו בהליכים הרגילים בוועדות המחוזיות. רק חלק קטן מאוד של התכניות אושרו במסלול הוד"לים. בשנת 2014 אושרו במסלול הוד"לים רק 4687 יח"ד, שהן כ-7% מכלל יחידות הדיור שאושרו בשנה זו¹.



איור 3: יח"ד מתוכננות ביחס להתחלות הבניה 2009-2013. מקורות: למ"ס, שנתון התכנון 2014

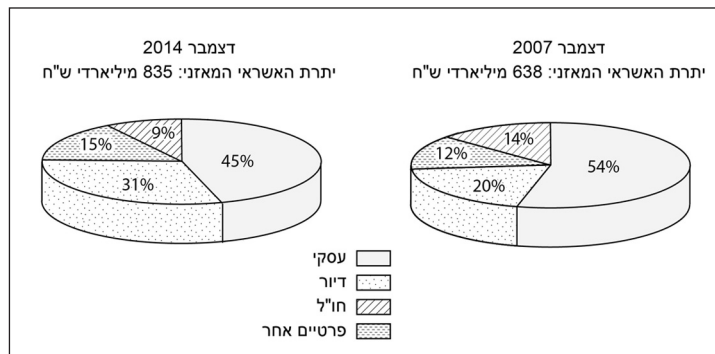
התמונה העולה מסקירה קצרה זו היא שהביקוש ליחידות דיור מובל כיום בעיקר על ידי זרמי הכסף המחפשים תשואה. בניגוד לעשור שנות התשעים, כאשר העליה בביקוש נבעה מגידול מהיר באוכלוסיה, כיום עליית המחירים נובעת במידה רבה מביקוש להשקעות, ובכללן השקעות של ההון השחור (מירובסקי, 2014). על כן, עליית המחירים לא גורמת לירידה בביקוש, אלא להיפך, להפיכת הדירות למוצר השקעות אטרקטיבי יותר, ולכן לעליה בביקוש. התוצאה היא שמשקי בית משכבות הביניים נפגעים, שכן יכולתם לרכוש דירות נשחקת. מאחר שהשכר הריאלי לא עלה בשנים אלו בעיית הדיור בהישג יד הופכת לרלבנטית לאחוזים גדולים יותר של האוכלוסיה. אך בעיה זו אינה זהה לשאלת הבינוי, שכן הרחבת ההיצע ללא התייחסות לשאלה למי הוא מיועד מביאה לכך שחלק גדול מתוספת יחידות הדיור נמכר למשקיעים.

נקודה נוספת העולה מסקירה זו היא שהמלאי התכנוני אינו צוואר בקבוק להרחבת היצע יחידות הדיור. בכל נקודת זמן מצוי מלאי תכנוני ניכר, גם באזורי הביקוש, וזאת ללא הסתייעות בוועדות עוקפות או תהליכים מזורזים. למעשה אין קשר ישיר בין המלאי התכנוני לבין התחלות הבניה. כפי שניתן לראות באיור 3 התנודות במספר יחידות הדיור שמתוכננות לא משפיע על התחלות הבניה. הסיבה לכך היא שהמלאי התכנוני שמצוי בידי היוזמים ניכר, והם מכניסים אותו למעגל הבניה בהתאם לשיקוליהם, כפונקציה של מחירי הדיור (איור 2) ושל מלאי הדירות הבלתי מכורות. יתר על כן, איור 3 גם מעיד על כך שהמלאי התכנוני יכול לגדול במהירות גבוהה יחסית גם ללא כל שינוי מבני. בפועל סף יחידות הדיור המתוכננות גדל בקצב מהיר מאשר התחלות הבניה. אין בכך כמובן לומר שאין צורך לעשות דבר, אלא שמערכת התכנון

השכילה לפעול, במאמץ ראוי לציון, ולתת מענה לדרישות שהועמדו בפניה, וזאת במסגרת הקיימת ועל אף שהוועדות המחוזיות סובלות מתת-איוש.

מה צריכה להיות מטרת המדיניות?

מטרת המדיניות המוצהרת העומדת מאחורי העברת האחריות על מערכת התכנון היא הורדת מחירי הדיור. אך למחירי הדיור יש השלכות מקרו-כלכליות. כפי שניתן לראות באיור 4 היקף האשראי הבנקאי שניתן לדיור הכפל מאז שנת 2007 (בהתחשב בעליה בסך האשראי), וכיום כשליש מהאשראי הבנקאי הוא בתחום הדיור. בפועל עפ"י דו"ח המפקח על הבנקים לשנת 2014 כ-48% מהאשראי הבנקאי חשוף להתפתחויות בשוק הנדל"ן. המשמעות של נתונים אלו היא שירידה מהירה במחירי הדיור תותיר בעלי נכסים רבים עם נכסים שערכם נופל מההלוואות שהם לקחו עבורם, דבר שעלול להביא לפגיעה ביציבות המערכת הבנקאית. לא בכדי המפקח על הבנקים התריע מפני תרחיש זה.



איור 4: האשראי הבנקאי עפ"י ענף. מקור: בנק ישראל

לירידה מהירה במחירי הדיור תהיה כמובן השפעה לא רק על הבנקים ועל הלווים (בעלי המשכנתאות) אלא גם על הערך ההוני של רוב משקי הבית. לכן ישנו חשש שירידת מחירי הדיור תביא גם למשיכת השקעות ובכך למפולת מחירים, שעלולה להביא להאטה של כלל המשק. על כן עולה השאלה האם יש באמת עניין להביא לירידה מהירה במחירי הדיור.

כפי שצויין לעיל, הבעיה כיום היא בעיקר העלייה במספר המשכורות שנדרשות בכדי לקנות דירה, דבר שנבע מכך שהשכר הריאלי לא עלה בעוד שמחירי הדירות עלו. המשמעות היא שמטרת המדיניות לא צריכה להיות הורדת המחירים או הרחבת ההיצע למטרה זו, אלא הנגשת ההיצע. לצורך כך יש להיעזר בשורה ארוכה של אמצעים, בחלקם הקטן תכנוניים. למעשה, השינוי העיקרי שנדרש הוא שילוב דיור בהישג יד במטרות התכנון, ומתן אפשרות להתנות פיתוח בהקצאת דירות בתנאים מועדפים למשקי בית שידם לא משגת לקנות דירות בשוק. לצורך כך יש להחזיר את משרד הבינוי וליעודו המקורי – שיכון.

מה השלכות העברת מערכת התכנון לאחריות האוצר?

תפיסת התכנון הנוכחית שגובשה בראשית שנות התשעים של המאה הקודמת וקיבלה ביטוי בשורה של תכניות מתאר ארציות ומחוזיות, וזכתה לכן בצדק להיקרא דוקטרינת תכנון, מדגישה איזון בין שיקולי הטווח הקצר לטווח הארוך (Shachar, 1998). זוהי תפיסה שבבסיסה רואה את הקרקע כמשאב אזיל שיש לנהלו בקפידה במבט ארוך-טווח. על כן כל התכניות הארציות והמחוזיות נותנות עדיפות לפיתוח העירוני ומגבילות את הפיתוח החוץ-עירוני, תוך מתן תמריצים והנחיות לשימוש אינטנסיבי ככל האפשר בקרקע. ואכן, מערכת התכנון הצליחה להביא לפיתוח אינטנסיבי יותר של הקרקע, ובייחוד במרכז הארץ הצפוף (Frenkel & Orenstein, 2012).

כנגד תפיסה זו פועלות שתי קואליציות עיקריות (פייטלסון, 2012). האחת היא הקואליציה ההתיישבותית הרואה בקרקע נשוא למאבק לאומי, ועל כן בהתיישבות כפרית התופסת שטחים שבמחלוקת את מטרת התכנון העיקרית. הקואליציה השנייה שמתנגדת לתפיסה התכנונית היא הקואליציה הרואה בקרקע מוצר ייצור. זוהי הקואליציה עמה נמנה האוצר. בשורת התבטאויות בכיריו, לדורותיהם, קראו להפשרת קרקע כדי להעלות את הפרודוקטיביות של המשק, ולהוריד את עלויות הייצור, שחלק הולך ועולה בהן הן עלויות הקרקע. משמעות העברת מערכת התכנון ממשד הפנים לאוצר הינה על כן שינוי בתפיסת העולם שמנחה את התכנון.

אך בתפיסה של הקרקע כמוצר ייצור יש פגמים, גם מנקודת הראות הכלכלית (Alexander, 2014). ראשית, הקרקע אינה מוצר רגיל. במוצרים רגילים כאשר המחיר עולה מייצרים יותר מהם, וכך נותנים מענה לביקוש העולה. אך בישראל לא ניתן לייצר קרקע. לכן אם רואים בקרקע מוצר, הרי זה מוצר שעקומת ההיצע שלו קשיחה. יתר על כן, כפי שאלכסנדר (2014) טוען בצדק, אין שוק קרקעות אחיד, אלא שורה של שווקים, וזאת בשל חשיבות המיקום בקביעת ערך הקרקע, והתחלופה המוגבלת בין קרקעות במקומות שונים. על כן כאשר הביקוש עולה מחיר הקרקע חייב לעלות, ובייחוד באזורי הביקוש. כתוצאה מכך השחקנים בשוק המקרקעין לא פועלים כשחקנים בשווקים "רגילים". לשחקנים בשוק המקרקעין ברור שבמידה שתהיה ברשותם קרקע המיועדת לפיתוח ערכה על פני זמן, בגין מגבלות ההיצע. לכן יזמים מנסים לאגור קרקעות המיועדות לפיתוח. ביכולתם לעשות כן נוכחנו כאשר הם הזרימו קרקעות לבניה בעקבות עליית מחירי הקרקע בשנים 2008/9 (איור 2).

לאור הפער הגדול בין ערך הקרקע המיועדת לפיתוח לקרקע שאינה מיועדת לפיתוח יש תמריץ משמעותי למחזיקים בקרקע לשנות את ייעודה. מאחר שתהליך שינוי הקרקע במוסדות התכנון הוא תהליך שבו יש למספר מוגבל שחקנים משקל רב, יש ליזמים תמריץ לשחרר רנטות². קרי, לפעול במישור הפוליטי כדי להביא לשינוי תפיסות ועמדות במוסדות התכנון. מסיבה זו תחום התכנון והבניה רגיש מאוד לשחיתות. למעשה אין כמעט אף תחום אחר בו ניתן באמצעות מעשה שלטוני לגיטימי לתת הטבה פרטנית לאדם כלשהו, כפי שניתן באמצעות מתן או תוספת זכויות בניה ליזם או בעל קרקע ספציפי. כפי שעולה ממחקר בספרד, שם השחיתות בתחום המקרקעין הרקיעה בשנות השיא לפני המפולת העולמית, ככל שקבלת ההחלטות ריכוזית יותר הסכנה לשחיתות גדולה יותר (Jimenez, 2009). לכן ריכוז הסמכויות באוצר, בייחוד

לאחר העברת רמ"י לאחריותו, מגבירה את ההסתברות לשחיתות. גם אם נושאי התפקידים הנוכחיים לא יפלו בפח, הסיכוי הוא שמי ממחליפיהם יפלו בפח, או ששיקולים פוליטיים קצרי טווח יקבלו משקל יתר.

אך לשוק המקרקעין יש ייחודיות נוספת. בפיתוח הקרקע טמונים כשלי שוק רבים. אלו כוללים את ההשפעות החברתיות, הן הפנים דוריות (על חלוקת העושר) והן הבין-דוריות, את ההשלכות הסביבתיות ואת ההשלכות הפיסקליות על רשויות מקומיות. הדרך להפנמת ההשפעות החיצוניות הללו במוסדות התכנון היא על ידי הבטחת ייצוג לגופים שונים המייצגים את השיקולים השונים שעלולים להיות מושפעים מפעולת הפיתוח. לכן במידה שהאיזון בין הגורמים השונים המייצגים את השיקולים השונים מתערער בהליך המעבר, ההסתברות לכך שהשפעות חיצוניות לא יופנמו גדל, דבר שיש לו השלכות הן על היעילות המשקית והן על איכות החיים של האזרחים. בפועל בהחלטה על העברת מערכת התכנון גדל משקלה של הממשלה במועצה הארצית כאשר צורפו שני נציגי ממשלה, בעוד שמהשלטון המקומי צורף רק נציג אחד ומהחברה האזרחית צורף רק נציג אחד, וכן ברוב הוועדות האחרות ברמה הארצית.

לבסוף, לשוק הנדל"ן יש השלכות על יציבות המשק. לא מעט משברים, ובכללם משבר הסב-פריים שהחל את המשבר העולמי בשנת 2008, החלו בשוק הנדל"ן, דבר עליו עמד גם המפקח על הבנקים. מדינת ישראל השכיחה להוריד את מחירי הדיור בין שנת 2000 לשנת 2007 בלי להביא להאטה של כלל המשק. תנודות חריפות עלולות לפגוע ביציבות המשק, כפי שתואר בסעיף הקודם. אי לכך לבינוי יתר ולהתעלמות מהשפעות חיצוניות עלולות להיות השפעות שליליות ברמה המקרו-כלכלית, דבר שיש לו השלכות חברתיות רחבות היקף.

סיכום

משבר הדיור לא נובע מהעדר יחידות דיור מתוכננות. בצד ההיצע ישנו שפע של יחידות דיור מתוכננות, אך קיימים חסמים בהליך מימוש היצע זה. חלק מהחסמים נובעים מהעדר תיאום הן התכנון הפיסי לבין ההשקעות בתשתית. לכאורה, העברת מערכת התכנון לאחריות האוצר עשויה לשפר תיאום זה. אך גם אם ימומש יתרון זה הוא לא ייתן מענה למשבר הדיור, שכן משבר הדיור אינו משבר הנובע מחוסר בהיצע אלא מהגדרת מטרת שגויה. משבר הדיור נובע מהפער שנוצר בין מחירי הדיור לבין כושר ההשתכרות של שכבות רחבות באוכלוסיה. כדי לתת מענה לפער זה יש לפעול להרחבת ההגדרות של דיור בר השגה ולהפעיל שורה ארוכה של אמצעים, ברובם פיסקליים כדי לאפשר קורת גג לשכבות האוכלוסיה. ההצעה להורדה דרסטית של מחירי הדיור באופן גורף עלולה להביא למשבר כלכלי וחברתי. בתחום התכנון הדגש צריך לעבור מדגש על תכנון מספר מרבי של יחידות דיור לדגש על תכנון מגוון של פתרונות דיור לשכבות אוכלוסיה שונות. ספק רב, אם משרד האוצר הוא המקום המתאים לתכנון מורכב ורגיש חברתית כנדרש להתמודדות עם המשבר בהגדרתו זו.

כפי שניתן לראות בתרשימים 2 ו-3, מערכת התכנון אינה החסם להרחבת ההיצע. יתר על כן, מערכת התכנון השכיחה להרחיב את המלאי התכנוני

כאשר נדרשה לעשות כן, וזאת בטרם חקיקת חוק הותמ"ל, וגם ללא העזרות כמעט בוד"לים. למעשה הוועדות המחוזיות הן שלקחו את עיקר הנטל, וזאת על אף שוועדות אלו עובדות בתת-איוש, ולא זכו כמעט לתגבור, בניגוד לוועדות העוקפות למיניהן.

מנקודת ראות של הגדלת המצאי התכנוני השינויים המבניים לא נדרשו אם כן. שינויים אלו קודמו על ידי הקואליציה הכלכלית, שהאוצר הוא חלק מרכזי ממנה. על כן ניתן לצפות שהשינוי המנהלי יביא לשינוי תפיסתי לגבי מטרות התכנון ובעיקר לגבי מהות הקרקע. מתפיסה הרואה בקרקע משאב מוגבל שיש לנהלו במבט ארוך טווח תוך איזון בין שיקולים של הדור הנוכחי ודורות עתידיים, ובין קבוצות וגורמים שונים במשק, ניתן לצפות שהתפיסה תשונה למבט הרואה בקרקע גורם ייצור, ובקידום הפיתוח המידי, בדגש על בינוי למגורים מטרה מרכזית. אך בתפיסה זו יש ליקויים, גם לשיטתה, שכן הקרקע אינה מוצר רגיל, והתנהלות השחקנים בשוק המקרקעין אינה כהתנהלות צרכנים בשווקים אחרים. שוק הנדל"ן מובל בשנים האחרונות על ידי משקיעים, ומתנהל לכן כשוק מעורב בו פועלים משקיעים המגדילים את הביקוש כאשר מחירים עולים לצד מבקשי דיור 'רגילים', המחפשים קורת גג ושיכולתם לרכוש קורת גג פוחתת כאשר המחירים עולים. מבקשי הדיור נחלקים לקבוצות אוכלוסיה שונות, עם רצונות שונים ויכולות שונות בחלקי ארץ שונים, בעוד שהמשקיעים נוטים להתרכז. התמודדות עם משבר הדיור מחייבת לכן פעולה מורכבת רב-ממדית, ולא ניסיונות פשטניים להרחבת ההיצע באזורי הביקוש. יתר על כן, הנרטיב המתייחס לקרקע כמוצר רגיל עלול להביא לנזקים חמורים, הן בטווח הקצר והן בטווח הארוך. פעולות נמהרות בצד ההיצע, שעלולות לבוא במקביל לתמורות עולמיות שיביאו לשינויים ברמת הריבית, יכולות להביא לנפילות מחירים חדות שיגרמו לפגיעה משמעותית במערכת הפיננסית ובמשקי הבית. במידה שמשכנתאות ימכרו כחלק מאגרות חוב לגופים מוסדיים, כפי שכבר הוצע, נפילות מעין אלו עלולות לפגוע גם בפנסיות של רוב האוכלוסיה.

לבסוף, ריכוז הסמכויות במשרד האוצר פותח פתח לשחיתות מבנית. במחקרים שנעשו בספרד נמצא שברשויות שבהן קבלת ההחלטות הייתה ריכוזית יותר רמת השחיתות הייתה גבוהה יותר (Jimenez, 2009). לכן מוצע שבמקום לרכז את התכנון והקרקע בידי האוצר, תוקם רשות תכנון עצמאית, שתכלול בתוכה יחידה כלכלית בכדי לשפר את התיאום החסר בין מערכת התכנון למערכת הכלכלית. בהינתן שהעברה של מערכת התכנון לאוצר ניתנה כהוראת שעה קצובה בזמן מן הראוי לנצל את הזמן הזה כדי להקים את רשות התכנון באופן שתוכל לתפקד באופן עצמאי, ולהכין בכך את ההפרדה בין התכנון לאוצר, דבר שייטיב הן עם המשק והן עם החברה.

הערות

1. מקור: שנתון התכנון 2014, מינהל התכנון, פברואר 2015.
2. שיחור רנטות הוא המושג העברי שהוצע על ידי יוסי מרגונינסקי ל-rent seeking. על הנזקים של שיחור רנטות ראה: Murphy et al., 1993.

מקורות

Alexander E.R., 2014, Land-property markets and planning: a special case, *Land Use Policy* 41, pp. 533-540.

Frenkel A. and Orenstein D., 2012, Can urban growth management work in an era of political and economic change? *Journal of the American Planning Association* 78, pp. 16-33.

Jimenez F., 2009, Building boom and political corruption in Spain, *South European Society and Politics* 14, pp. 255-272.

Murphy K., Shleifer A. and Vishny R., 1993, Why is rent seeking so costly to growth? *American Economic Review* 83(2), 409-414.

Shachar A., 1998, Reshaping the map of Israel: A new national planning doctrine, *Annals of the American Academy of Political and Social Science* 555, pp. 209-218.

מירובסקי א., 2014, בית לבן כסף שחור : כך משקיעים בדירה עם פחות מ-7000 ש"ח בחודש, דה-מרקר 5.9.14, מוסף נדל"ן ע"מ 46-48.

פייטלסון ע., 2012, תכנון פיזי בישראל : בין שלטון, חברה, הון וסביבה, בתוך : ש. חסון (עורך) עיצוב המפה היישובית והקרקעית, כתר והמכון לחקר מדיניות קרקעית ושימושי קרקע, קק"ל, ירושלים.

פייטלסון ע., בן-דוד א. והורביץ-הראל ע., 2014, תכנון מגורים במחוזות ת"א והמרכז : סקר עתודות והמלצות למדיניות, מכון דש"א, פורום התכנון, האוניברסיטה העברית והחברה להגנת הטבע.





מאמרים מדעיים: עיון ומחקר

תוכנית פיזור האוכלוסיה ותפרוסת ארצית של האוכלוסיה מ-1963

אליהו בורוכוב

תקציר

התוכנית לפיזור האוכלוסיה שהוכנה על ידי הועדה הבין משרדית בשנת 1963 הציעה לרכז את המאמצים באוכלוסיה העירונית והציגה מדיניות המכוונת לחיזוק ערי הפיתוח ובמיוחד אלה הנמצאות באזורים המרוחקים של הארץ. דו"ח הועדה מצביע על כך שהמיגבלות על האפשרויות לפיתוח ההתיישבות החקלאית היו ידועות.

כמו כן מצביע הדוח על כך שהועדה הכירה בכך שבשנות החמישים הוקמו באזורים המרוחקים יותר מידי יישובים עירוניים שהיו יותר מידי קטנים. הועדה הציעה להתרכז – בשנים עד 1970 – בחיזוק הערים הקיימות, להגדיל את האוכלוסיה בהן, ולהגיע בהקדם ליעד מינימלי של 10,000 תושבים בכולן. הועדה הציעה לא להקים ערים חדשות עד שהערים הקיימות תגענה לגודל המינימלי.

הקמת ועדת כוכב

באוגוסט 1963, סמוך לאחר שנכנס לתפקידו, ראש הממשלה לוי אשכול ז"ל הקים ועדת שרים לפיזור האוכלוסיה ומינה ועדה בן-משרדית לדון במדיניות פיזור האוכלוסיה. על הועדה הוטל להכין הצעות בדבר "האמצעים שיש לנקוט על מנת למנוע ריכוז של האוכלוסיה באזור החוף (כולל האזורים : אשקלון, אשדוד וקיסריה) בשיעור שעולה על 60 עד 70 אחוז מכלל האוכלוסיה. על הועדה הוטל להבחין בין הריכוז בתל-אביב רבתי ובין אזורים אחרים. הועדה התבקשה להכין הצעות בדבר אמצעים לעודד את הגדלת משקל האוכלוסיה בצפון הארץ ובדרומה, אפשרויות למתן שירותים מיוחדים באזורים בהם מעוניינים בגידול האוכלוסיה". ראש הממשלה ושרים אחרים היו מודאגים מן הריכוז של האוכלוסיה באזור החוף ובמיוחד ב"אזור תל-אביב רבתי". משה דיין שהיה אז שר החקלאות אמר בדיון שהוא חושש מעוצמת הפגיעה מספר ההרוגים ומן הנזק שייגרם אם יפילו פצצה גרעינית על תל-אביב, וזה בזמן שכל השטח הנקרא היום "מערב ראשון לציון" היה ידוע כ"חולות ראשון לציון", ברמת השרון היו פרדסים וגידלו תות שדה וחולות קיסריה היו "רק חול וחול". וכלל האוכלוסיה בארץ מנתה 2.3 מיליון נפש.

בורוכוב, א. (2015).
תוכנית פיזור
האוכלוסיה ותפרוסת
ארצית של האוכלוסיה
מ-1963. **תכנון**, 12(2):
126-134.

כיו"ר הועדה מונה דוד כוכב, שהיה אז מנהל הרשות לתכנון כלכלי, ויועץ מקורב לראש הממשלה. יתר חברי הועדה היו פקידים בכירים במשרדי הממשלה שעסקו בנושאים רלבנטיים ל"ערי הפיתוח". היחיד בין חברי הועדה שהיתה לו השכלה בנושאי תכנון ערים ואזורים היה אליעזר ברוצקוס, שהשתתף בשנות החמישים בהכנת "תוכנית שרון", והיה עובד בכיר באגף התכנון במשרד הפנים, (על א. ברוצקוס ראה: רייכמן 1979 ע"ע 250-266). דו"ח הועדה הוגש לראש הממשלה במארכס 1964.

מקריאת כתב המינוי של הועדה כמו גם מקריאת הדו"ח שלה, ברור שהמונח פיזור האוכלוסיה היה מובן כהקטנת אחוז האוכלוסיה המתגורר באזור החוף (בין אשקלון ונהריה) והגדלת אחוז האוכלוסיה המתגורר בנגב, בצפון ובאזור ירושלים.

דו"ח הועדה מפרט את השיקולים המחייבים את פיזור האוכלוסיה, ומונה שיקולים מדיניים. החשש ששטחים פתוחים ובלתי מיושבים עלולים "להזמין" לחצים לנתקם מישראל ("בפרט נוכח בעיית הפליטים שטרם נפתרה"). נימוק דומה מחייב את הגדלת האוכלוסיה היהודית עד להיותה רוב מבוסס בערים הערביות נצרת ותרשיחא-מעלות.

הדוח מזכיר כי קיימים שיקולים ביטחוניים אך איננו מפרט אותם. כמו כן מונה הדוח את העלויות ואת היתרונות הכלכליים של מדיניות פיזור האוכלוסיה.

כאחד השיקולים המצדיקים את מדיניות פיזור האוכלוסיה מונה הדוח את ההוצאות הרבות הצפויות בעתיד באזור המרכז עקב הצפיפות בתחבורה.

הדוח מסביר את ההבדל בין העלויות והרווחים הפרטיים ובין הכדאיות החברתית הכוללת של מדיניות פיזור האוכלוסיה.

הועדה דנה בשאלה האם רצוי לקבוע יעדים שאפתניים ומרחיקי לכת שיש סיכוי קטן להגשימם או להעדיף יעדים צנועים יותר שיש סיכוי יותר גדול שהם יושגו. המסקנה של הועדה היתה שבתקופה מ-1963 עד 1970 יש סיכוי ריאלי להגדיל את אחוז האוכלוסיה באזורים המרוחקים ("אזורי הפיתוח") מ-30% מאוכלוסית המדינה ל-32% ולהקטין את אחוז האוכלוסיה באזור החוף מ-70% ל-68%, וכי אין סיכוי מציאותי להשיג יעדים יותר מרחיקי לכת.

בסוף דצמבר 1962 מנתה אוכלוסית ישראל כאמור כ-2.3 מיליון נפש. האוכלוסיה היהודית מנתה באותו זמן כ-2.1 מיליון. לפי התחזיות שהיו קיימות באותו זמן צפו שעד 1970 האוכלוסיה תגדל ותגיע ל-3 מיליון נפש ושהאוכלוסיה היהודית תגיע לכ-2.6 מיליון נפש.

גבולות הגידול של האוכלוסייה הכפרית

הועדה קיבלה תחזיות על הגידול האפשרי של האוכלוסיה הכפרית שהוכנו על ידי משרד החקלאות. לפי התחזיות האלה, הגידול הצפוי בתפוקת ענפי החקלאות והגידול בפרייה היו אמורים ליצר גידול מועט של תעסוקה בענפי החקלאות ובשירותים הנלווים. על יסוד תחזיות אלה הניחה הועדה שהאוכלוסייה באזורים הכפריים תגדל בתקופה מ-1963 עד 1970 ב-12%, כאשר האוכלוסייה בסך הכול הייתה אמורה לגדול ב-29%. במילים אחרות

היה ברור שעיקר הגידול של האוכלוסייה יהיה באזורים עירוניים. לכן סברה הועדה שהדרך העיקרית להגדלת האוכלוסייה בגליל ובנגב היא לעודד את התפתחותן של "ערי הפיתוח".

הגדלת האוכלוסייה בערי הפיתוח

הוועדה התרכזה, איפא, במצבן של "ערי הפיתוח" ובאמצעים לקדם אותן ולהביא להתבססותן ולצמיחתן, כמסלול עיקרי להגדלת האוכלוסייה בגליל ובנגב. הוועדה הכירה בכך שבשנות החמישים הוקמו באזורים המרוחקים יותר מידי יישובים עירוניים, שהיו יותר מידי קטנים. והוועדה המליצה להתרכז בשנים עד 1970 בחיזוק "ערי הפיתוח" הקיימות, ולהגדיל את מספר התושבים בהן, כדי שיגיעו בהקדם לגודל מינימלי של 10,000 תושבים בכול עיר.

הוועדה קבעה כמשימה חשובה לשנים 1963-1970 להגדיל את האוכלוסייה בערי הפיתוח הקיימות ובמיוחד הקטנות שביניהן. ב-1963 היו כ-14 ערי פיתוח שאוכלוסייתן היתה פחות מ-10,000 תושבים (ראה לוח 2) והוועדה הייתה בדעה שיש לתת עדיפות גבוהה לביסוסן והגדלתן. במילים של הדו"ח: "בשנים הקרובות יש לתת עדיפות גבוהה לחיזוקן של אותן ערי הפיתוח, אשר עדיין לא הגיעו לביסוס כלכלי וחברתי. במיוחד חייבת הממשלה לפעול להגדלת האוכלוסייה באותן ערי פיתוח אשר מספר תושביהן מגיע עתה לאלפים אחדים בלבד, במגמה להגדיל את האוכלוסייה במשך שנים אחדות עד ל-10,000 נפש". באותם המקרים שבהם אין אפשרות להגיע למספר זה באמצעים סבירים עד 1970 המליצה הוועדה להגיע לגודל זה תוך שנים מעטות לאחר מכן. כפי שאפשר לראות מן הנתונים בלוח 2 הוועדה חשבה שאי אפשר להגיע למספר זה עד 1970, "באמצעים סבירים", בשתי עיירות בצפון: שלומי ויוקנעם ובעיירה אחת בדרום: ירוחם. שניים מחברי הוועדה (יוסף סלייפר, שהיה ראש אגף הפרוגרמות במשרד השיכון ויהודה גיל, שהיה מנהל האגף לאזורי פיתוח במשרד התעשייה) הסתייגו מקביעת יעד של 10,000 תושבים לעיירה שלומי. לדעתם לא היה צורך ואפשרות לפתח את שלומי כעיר המספקת לעצמה את שירותיה.

מסקנה הנובעת מן ההחלטה לרכז מאמץ בחיזוק ובהגדלת ערי הפיתוח הקיימות היא להימנע מהקמת ערים חדשות. ואומנם הוועדה המליצה לא להקים ערים חדשות נוספות בשנים עד 1970 ולגנוז את התוכניות להקים ערים נוספות שגורמים שונים ניסו לקדם, עד שהערים הקיימות תגנה לגודל המינימלי של 10,000 תושבים, פרט לכרמיאל שצעדים ממשיים להקמתה נעשו עוד לפי שהוועדה הוקמה.

באותו זמן היו עדיין מונחות על השולחן תוכניות והצעות להקים ערים חדשות במודיעין, בציחור (בערבה) בבריגית (שבגליל העליון), ובאזור הבשור (חבל אשכול), שגופים שונים כמו המחלקה להתיישבות של הסוכנות ומשרד הפנים השתדלו לקדם. משה דיין שהיה אז שר החקלאות תמך וניסה לקדם את ההצעה להקים עיר באזור מודיעין, שהיתה אז אזור ספר.

הדו"ח כלל יעדים כמותיים מפורטים לאוכלוסייה למרבית היישובים העירוניים ולתפרוסת של האוכלוסייה בארץ. כאמור, לפי התחזיות שהיו לפני הוועדה, האוכלוסייה היתה צפויה להגיע בשנת 1970 ל-3 מיליון (תחזית

שהתממשה). הועדה הציעה הגדרה גיאוגרפית מדויקת של "אזורי הפיתוח". שחולקו לאזורי פיתוח א', שהיו האזורים המרוחקים יותר בנגב ובגליל, שהיו אמורים לקבל העדפה רבה יותר, ואזורי פיתוח ב', שהיו האזורים הקרובים יותר למרכז הארץ והיו אמורים לקבל העדפה פחותה. התמריצים הכלכליים שהיא הציעה היו אמורים לחול על כול היישובים שבשטחים שהוגדרו כאזורי פיתוח לרבות היישובים הכפריים והיישובים הערביים.

שתי ההחלטות האלה היוו שינוי חשוב מן המחשבות והתוכניות שהיו בשנות החמישים. יעדי האוכלוסייה שנקבעו לערים החדשות בתוכניות שהוכנו בשנות החמישים היו יותר קטנים. למשל: לפי התוכנית הארצית שהוכנה על ידי אגף התכנון בשנת 1951 ("תוכנית שרון"), יעדי האוכלוסייה שנקבעו לערים האזוריות היו בין 6000 ו-12,000 תושבים (ראה שרון, תכנון פסי בישראל 1951). תוכנית אחרת, שהוכנה על ידי אגף התכנון במשרד הפנים ב-1957, קבעה אוכלוסיית יעד של פחות מ-10,000 תושבים ל-5 ערים.

ההמלצה להימנע מהקמת ערים חדשות אומצה על ידי ראשי המדינה ואכן ההצעות להקמת ערים חדשות נגנזו. אחת מן ההשלכות של החלטה זאת הייתה דחיית הקמתה של מודיעין בכ-30 שנה.

ההכרה שחלק מערי הפיתוח שהוקמו בשנות החמישים הן קטנות מידי לא הייתה חידוש של הועדה הבין-משרדית. צוות שהוקם על ידי המועצה הטכנית של אגודת המהנדסים והאדריכלים כתב כבר ב 1962 שבכדי שיעיר תוכל לקיים את מערכת החינוך שלה ושירותים רפואיים אלמנטאריים דרושה אוכלוסייה שבין 20,000 ל-30,000 נפש. אם העיר קרובה לערים אחרות אפשר להסתפק באוכלוסיה של 18,000 נפש. (ראה אגודת האינגינירים והארכיטקטים).

לוח 1: חלוקת האוכלוסיה לפי מחוזות (באלפים)

מחוז	יעד ל- 1970	באחוזים	האוכלוסייה בפועל ב- 1970	באחוזים
הצפון (1)	442	14.7	408	13.6
חיפה (2)	559	18.6	519	17.3
המרכז (3)	631	21.0	615	20.5
תל-אביב	845	28.2	883	29.4
ירושלים	250	8.4	324	10.8
הדרום (4)	272	9.1	256	8.5
ס"ה	3000	100	3005	100

(1) להוציא נהריה ועכו

(2) כולל נהריה ועכו

(3) כולל אשדוד ואשקלון

(4) להוציא אשדוד ואשקלון.

המקור: עמודות (1) ו- (2) דו"ח הועדה הבין משרדית

עמודות (3) ו- (4) הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.

האופי האינטר-דיסציפלינארי של התוכנית.

עבודת הועדה הבין משרדית הייתה מבוססת על ההבנה שתוכנית שמטרתה להביא לשינוי בתפרוסת האוכלוסייה חייבת להיות כוללת ומקיפה. בלשון

הדו"ח: "לשם הגברת היעילות של מדיניות פיזור האוכלוסיה, יש צורך בשילוב של התיכנון הכלכלי והתיכנון הפיסי. שילוב זה צריך להתבטא בתיכנון אזורי כולל. כלומר עיבוד תוכניות פיתוח מקיפות שיכללו את כל בחינותיו של פיתוח אזורי הארץ השונים, ובכללן הבחינות הפיסי, הכלכליות והחברתיות, נוסף על הבחינות המדיניות והביטחוניות. והיא צריכה להיות מתואמת ומקובלת על כל משרדי הממשלה שפעולותיהם יש להן השלכות על ההתפתחות של אזורי הארץ השונים". כל המשרדים הרלבנטיים היו מיוצגים בוועדה: הפנים, השיכון, המסחר והתעשייה, החקלאות, העבודה, הביטחון והאוצר. השתתפו בוועדה ראשי יחידות התיכנון במשרדים השונים. אחד היה מתכנן פיזי, כמה מהם היו כלכלנים ובעלי תפקידים בכירים אחרים. הוועדה השתדלה לכלול בתוכנית אמצעים רבים בתחומים שונים שלדעת הוועדה היו אמורים להביא להשגת היעדים, בין האמצעים הכלכליים שהוועדה הציעה: הנחות במיסים, מענקי השקעה, סובסידיות להכשרה מקצועית ועוד, (פירוט נוסף בהמשך).

הוועדה לא התייחסה לנושא ההיררכיה של היישובים והערים שהיווה אחד העקרונות של תיכנון הערים החדשות בתוכנית שרון מ-1951 (ראה: ברוקס 1964 ו-1970) הוועדה התרכזת, כאמור, בשאלה איך לפתח ולהגדיל את האוכלוסיה ב"אזורי הפיתוח" ולכן לא עסקה גם ברעיונות של "ערי גנים" (Garden Cities) שהשפיעו על עיצוב שכונות ויישובים רבים בארץ מאז שנות העשרים. רעיונות אלה מתייחסים לתכנון המתאר של הערים, שהוועדה לא עסקה בו.

במאמר שפרסמו רחל וילקנסקי ויוברט לו-יון ב-1985 הם הבחינו בין ארבעה שלבים בהתפתחות התכנון הלאומי בישראל. לדעתם בשנות השישים התחיל השלב השלישי שהם כינו בשם "תקופת ההתמקצעות". בין המאפיינים של השלב הזה הם מציניים את ההבנה שהתכנון צריך להיות "כוללני", שיש צורך "בהכנה יסודית של הרקע" להכנת תוכניות, כלומר עריכת סקרים וניתוחים שונים, ואת הקמתו של האיגוד לתכנון סביבתי (כשנה לאחר שתוכנית פיזור האוכלוסיה הושלמה).

לדעתי הדוח של הוועדה הבין-משרדית, ותוכנית פיזור האוכלוסיה הכלולה בו תומכים בהשערה של וילקנסקי ולו-יון, בנושא ה"התמקצעות". לעומת זאת אינני רואה בדוח תמיכה בטענה אחרת שלהם שהיתה, בשנות השישים, התרחקות מן האידיאולוגיות שהנחו את התכנון הארצי בשנות החמישים. אדרבא, כפי שהסברתי למעלה התוכנית משקפת המשכיות של המגמות שהנחו את התכנון הארצי בשנות החמישים וישומן במציאות ובתנאים כפי שהשתנו מאז.

ההמלצות של הוועדה

להגדיל את ההפרשיות בין תנאי העידוד הניתנים למפעלים לרבות מלונות ומפעלי תיירות, (בדרך של הלוואות ומתן תנאי "מפעל מאושר" בהתאם לחוק לעידוד השקעות), המוקמים באזורי פיתוח לבין אלה הניתנים באזור החוף. הוועדה המליצה לדרג את ההטבות בהתאם למידת ההעדפה של האזורים השונים. הוועדה המליצה לחלק את הארץ לשלושה אזורי עדיפות כאשר הריחוק ממרכז הארץ היווה שיקול עיקרי לדירוג היישובים.

בורוכוב: תכנית פיזור האוכלוסיה ותפרוסת ארצית של האוכלוסיה מ-1963

להרחיב את היקף הסיבסוד של הכשרה מקצועית ואימון עובדים במפעלים באזורי הפיתוח.

להגדיל את ההפרשיות בין התנאים הניתנים לשיכון עולים ברצועת החוף לבין אלה הניתנים באזורי הפיתוח הן בדמי שכירות והן בתנאי הרכישה זאת על ידי הפחתה הדרגתית של ההקלות הניתנות לעולים חדשים המשתכנים באזור המרכז.

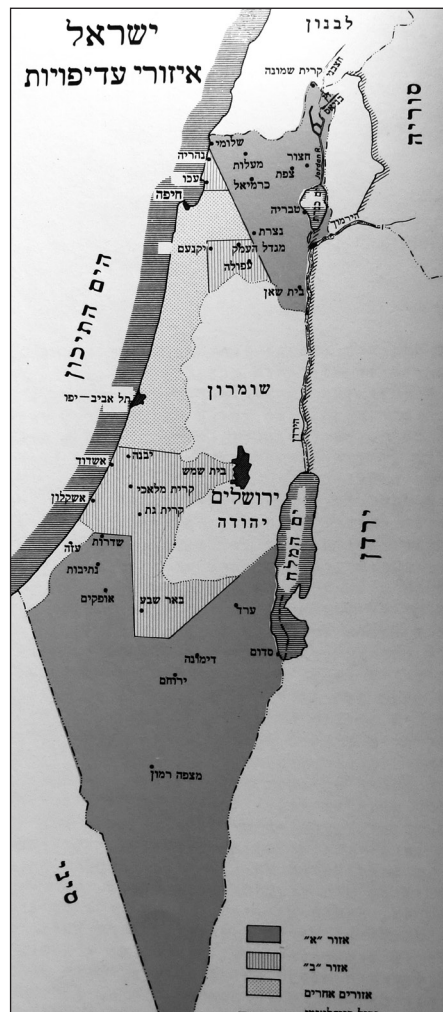
לוח 2: יעדי האוכלוסיה לערי הפיתוח (באלפים)

האוכלוסיה בפועל ב-2013	האוכלוסיה בפועל ב-2000	האוכלוסיה בפועל 1970	יעד ל-1970	אוכלוסיה 31.10.1963	
הצפון					
23.1	21.1	15.1	20.0	15.0	קריית שמונה
8.9	8.5	5.2	10.0	6.0	חצור
32.9	25.2	13.1	20.0	12.0	צפת
21.1	19.6	5.0	10.0	2.5	מעלות-תרשיחא
6.2	4.9	2.0	5.0	2.0	שלומי
17.3	15.7	11.9	16.0	13.0	בית שאן
40.5	44.4	15.0	27.0	8.0	נצרת עלית
42.8	38.1	16.9	18.5	16.0	עפולה
44.7	41.2	3.4	9.0	-	כרמיאל
24.8	23.9	8.8	10.0	6.0	מגדל העמק
20.8	15.7	3.7	5.0	3.5	יוקנעם
הדרום					
94.1	44.2	10.2	15.0	9.0	בית שמש
21.3	19.3	8.0	10.0	6.0	קריית מלאכי
49.4	47.8	18.0	22.0	13.5	קרית גת
21.9	19.2	7.5	10.0	5.5	שדרות
29.5	20.3	5.3	10.0	4.0	נתיבות
25.1	23.0	9.2	10.0	7.5	אופקים
199.3	172.9	77.4	71.5	57.5	באר שבע
24.2	24.0	4.3	10.0	0.5	ערד
33.2	33.9	22.5	18.0	14.5	דימונה
8.8	8.9	5.4	7.0	4.0	ירוחם
5.1	4.5	1.5	7.0	1.0	מצפה רמון
48.1	41.1	14.6	15.0	7.5	אילת

מקורות: עמודות (1) (2) דוח הועדה
עמודות (3) (4) (5) הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה

הוועדה הציעה (ב-1963!) להעביר לאזורי פיתוח מיתקנים ומפעלים של הממשלה, צה"ל ומערכת הביטחון. "שכן זאת היא אחת הדרכים היעילות והזולות ליצירת מקורות תעסוקה באזורי הפיתוח. מבחינה חברתית יביא הדבר לחיזוק האוכלוסיה". כתוצאה מהמלצה זאת הוחלט להקים בנגב ובגליל בסיסי אימונים של צה"ל, בתי כלא חדשים וכיו"ב.

הוועדה ראתה "בהעלאת רמת השירותים באזורי הפיתוח וקירוב רמתם לזו שבערים הוותיקות ובמיוחד בהעלאת רמת החינוך, תנאי הכרחי למשיכת ותיקים ולצימצום העזיבות מאזורי הפיתוח".



איור 1: מפת אזורי עדיפות

מקור: הרשות לתכנון כלכלי, התפתחות המשק הלאומי, ירושלים 1968

הוועדה הדגישה את חשיבות העלאת רמת החינוך בערי הפיתוח. אולם מכיוון שנציגי משרד החינוך לא השתתפו בוועדה, הציעה שמשרד החינוך יקבע אמצעים למשיכת מורים לערי הפיתוח. לדעת הוועדה המחזור במורים מנוסים היה אחת הסיבות להישגים הנמוכים יחסית בתחום החינוך בערי הפיתוח. למטרה זו הציעה הוועדה:

"להקים ועדה מיוחדת מטעם משרד החינוך שתציע אמצעים למשיכת מורים מנוסים ולהעלאת רמת המורים באזורי הפיתוח, שכן לדעת הוועדה המחזור

במורים היה אחת הסיבות העיקריות להישגים הנמוכים יחסית בתחום החינוך באזורי הפיתוח. ניסיונות שנעשו בעבר למשיכת מורים מנוסים לאזורי הפיתוח לא עלו יפה, וגם בפני הועדה לא הובאו הצעות ממשיות לפתרון הבעיה".

לתת עדיפות לאזורי הפיתוח על פני רצועת החוף בפעולות הממשלה לחיסול "המשמרת השנייה" בבתי הספר.

הוועדה הציעה להנהיג "שלביות" בכול תוכניות המיתאר. בלשון דוח הוועדה: "הוועדה ממליצה לחלק מראש את תוכניות המיתאר ל"שלבים", בני ארבע עד חמש שנים כל אחד. שיטחו של כל שלב יותאם לגידול האוכלוסיה בתקופת השלב הנדון.... בשלב הראשון תותר הבנייה רק בשטח שנועד לשלב זה, ואילו השטח שנועד לשלבים הבאים – יוקפא" (ראה איור 1).

הביצוע

ארבע שנים אחרי שהוועדה הכינה את התוכנית פרצה מלחמת ששת הימים, ותוצאותיה שינו את כל התנאים הפוליטיים, הכלכליים והחברתיים שעל פיהם התבצעה מדיניות פיזור האוכלוסיה. בעיות חדשות העסיקו את ראשי המדינה, ומידת העדיפות שניתנה למדיניות פיזור האוכלוסיה, ביחס למטרות אחרות השתנתה. ההנהגה הפוליטית של המדינה ייחסה עדיפות רבה יותר לנושאים אחרים, והקדישה פחות תשומת לב לבעיות של ערי הפיתוח. מיד לאחר מלחמת ששת הימים, ובשנות השבעים, הממשלה השקיעה מאמצים רבים להגדיל את אוכלוסיית ירושלים. בשנים אלה ניבנו השכונות רמת אשכול, רמות, גילה ותלפיות מזרח (ארמון הנציב).

לכן, אין זה מפתיע שמרבית היעדים של התוכנית לא הושגו כפי שאפשר לראות מעיון בלוחות (1) ו-(2). ראשית נבחן את היעדים שנקבעו ברמה של המחוזות (לוח 1). לכאורה, הושג היעד של הקטנת אחוז האוכלוסיה ב"אזור החוף" ל-68%, וחלקם של "אזורי הפיתוח" גדל לכמעט 33%. אבל דבר זה הוא תוצאה של סיפוח מזרח ירושלים אחרי מלחמת ששת הימים, שהוסיף לעיר ירושלים כ-68 אלף תושבים, (האוכלוסיה של מזרח ירושלים גדלה מאז בערך פי 4 והיא מונה כיום כ-300 אלף נפש). כול הגידול של מחוז ירושלים מ-1963 עד 1970 היה כ-115 אלף נפש. כלומר סיפוח מזרח ירושלים "תרם" כמעט 60% מתוספת האוכלוסיה במחוז ירושלים. בלי התוספת של ערביי מזרח ירושלים היה חלקם של "אזורי הפיתוח" רק 31% ושל "אזור החוף" 69%.

היעדים שנקבעו למחוז הצפון והדרום לא הושגו, בחוסר של כ-54 אלף נפש. לעומת זאת מחוז ירושלים עבר את היעד שנקבע לו ב-74 אלף נפש, גם מחוזות חיפה והמרכז לא השיגו את יעדיהם ולעומת זאת מחוז תל-אביב עבר את היעד שלו. (דיון על כך ראה: שלום רייכמן 1973).

אי השגת היעדים בולט יותר כאשר בוחנים את יעדי האוכלוסייה של כמה מערי הפיתוח בצפון ובדרום (ראה לוח 2). מבין 23 העיירות שהנתונים עליהן מוצגים בלוח 2 רק שתיים: באר שבע ודימונה השיגו את יעדיהן ב-1970. כל שאר הערים לא השיגו את יעדיהן. 14 מהן לא הגיעו לאוכלוסיה בת 10,000 תושבים. למעשה בשתי עיירות: חצור הגלילית ובית שאן היתה ירידה במספר התושבים בתקופה מ-1963 עד 1970. בערים אחרות גידול מספר התושבים

היה זעום. כמה מהן המשיכו לפגור גם בשנות השבעים והשמונים. ארבע מערים אלה לא הגיעו ל-10,000 תושבים גם עד שנת 2013. (על הבעיות של ערי הפיתוח בשנות השבעים ראה: בורוכוב 1989 ובורוכוב וורצברגר 1981). התפתחותן של עשר מבין ארבע עשרה העיירות שלא הגיעו ל-10,000 תושבים בשנת 1970 קיבלה תנופה רק בעקבות גל העלייה מברית המועצות בראשית שנות התשעים. בחלק מן העיירות נקלטו עולים בהיקף גדול, שהגדילו את מספר התושבים בעשרות אחוזים. בין אלה בולטות שדרות שמספר תושביה גדל מ-1988 עד 1994 ב-79%, מעלות-תרשיחא שמספר תושביה גדל באותה תקופה ב-73%, כרמיאל שמספר תושביה גדל באותן שנים ב-66%, נצרת עילית ב-54% ואופקים ב-45%. קליטת עולי ברית המועצות בערים אלה שינתה את הרכב האוכלוסיה בהן ונתנה כאמור תנופה משמעותית להתפתחותן. (ראה: עמירם גונן 1998).

מקורות

- אגודת האינג'ינרים והארכיטקטים, המועצה הטכנית "גודלן ואיתורן של ערי הפיתוח", דו"ח מס' 1 יוני 1963.
- בורוכוב, אליהו "מגמות בתפרוסת האוכלוסיה בישראל" תכנון סביבתי חוברת מס' 40-41, דצמבר 1989, ע"ע 17-20.
- גונן, עמירם "דפוסים גיאוגרפיים של השתקעות עולי בריה"מ בראשית שנות התשעים" בתוך משה סיקרון ואלעזר לשם (עורכים) "דיוקנה של עליה, תהליכי קליטתם של עולי ברית המועצות לשעבר 1990-1995" ירושלים 1998. ע"ע 232-269.
- הוועדה הבין-משרדית לפיזור האוכלוסיה "דין וחשבון ראשון מוגש לוועדת השרים לפיזור האוכלוסיה" ירושלים, ניסן תשכ"ד מארס 1964.
- וילקנסקי, רחל ויוברט, לו-יון "התפתחות הגישות לתכנון מרחבי בישראל" תכנון סביבתי חוברת 33 ספטמבר 1985, ע"ע 18-29.
- רייכמן, שלום "ממאחז לארץ מושב" ירושלים יד בן-צבי 1979.
- רייכמן, שלום "על תקפות התוכניות לתפרוסת הגיאוגרפית של אוכלוסית מדינת ישראל" עיר ואזור חוברת 3 ניסן תשל"ג אפריל 1973 ע"ע 26-43.
- שרון, אריה "תכנון פסי בישראל" המדפיס הממשלתי, ירושלים 1951.
- Borukhov E. and E. Werczberger "Factors Affecting the Development of New Towns in Israel" *Environment and Planning*, Vol. 13 1981, pp. 421-434.
- Brutzkus, Eliezer "Physical Planning in Israel", Jerusalem, 1964.
- Brutzkus, Eliezer "Regional Policy in Israel", Jerusalem 1970.



שינויים במערכת התכנון ומעורבות בית המשפט במוסדות התכנון

הטור הנוכחי נחלק לשני חלקים: בחלקו הראשון נסקור את ההיבטים המשפטיים של המהלך להעברת מינהל התכנון לידי משרד האוצר, ובחלקו השני יובא מספר פסקי דין משמעותיים שהתקבלו בעת האחרונה.

על השינויים הצפויים במערכת התכנון

בימים אלו, לעת כתיבת הטור, מקודם מהלך תכנוני שנראה כאחד הגדולים והמשמעותיים ביותר בתחום התכנון בישראל. הכוונה היא להעברת מינהל התכנון ולשכות התכנון המחוזיות הנמצאים כעת במשרד הפנים - למשרד האוצר, העברת סמכויות שר הפנים בתחום התכנון לשר האוצר, והקמת מטה דיור לאומי שהעומד בראשו יהיה גם יו"ר המועצה הארצית לתכנון ולבנייה.

מהלך זה עוגן בהחלטת ממשלה (החלטה מס' 16, מיום 19.5.2015), ופירוט של ההסדרים השונים נעשה במסגרת החלטה מס' 2/ של ועדת השרים לענייני תכנון, בנייה מקרקעין ודיור (קבינט הדיור) מיום 8.6.2015, שקיבלה תוקף של החלטת ממשלה ביום 25.6.2015. לצורך השלמת המהלך נדרשים שינויי חקיקה, שהחלו מקודמים בכנסת, בדמות הצעת חוק התכנון והבנייה (תיקון מס' 104) התשע"ה - 2015.

בתוך אותו מהלך, הצעת החוק הממשלתית גם מגדילה את כוחה של הממשלה בוועדות התכנון, וזאת באמצעות הוספת שני נציגי ממשלה במועצה הארצית לתכנון ולבנייה, ונציג אחד למוסדות התכנון האחרים. כמו כן, גם בתוך חלקה של הממשלה בוועדות, משרד האוצר מגדיל את חלקו על חשבון משרדי הממשלה האחרים. במסמך עמדה שהוכן על ידי החברה להגנת הטבע לקראת הדיונים בכנסת על הצעת החוק, נמצא כי באף אחת מהמדינות שנבחנו (בריטניה, הולנד, פינלנד, יוון, נורווגיה, דנמרק, אירלנד, צרפת, גרמניה) – תחום התכנון אינו מצוי בידי משרד האוצר..

עוד יוזכר, כי המהלך המוצע אינו עומד בפני עצמו, אלא מצטרף לרצף של שינויי חקיקה שקודמו בשנים האחרונות, ובהם הקמת הועדה הארצית לתכנון מתחמים מועדפים לדיור (הותמ"ל) שהינה ועדה ארצית, בעלת סמכויות לאשר תכניות למגורים במנגנון של "תכנית אחת בוועדה אחת", הרחבת סמכויות הוד"לים, וכן תיקון 101 לחוק התכנון והבניה, במסגרתו הועברו סמכויות לוועדות המקומיות לתכנון ובנייה. צירוף זה של מהלכים

פונה לעיתים לכיוונים מנוגדים – בעוד שתיקון 101 נועד להגדיל את כוחו של השלטון המקומי בתוך מערכת התכנון, הרי שהן הקמת הותמ"ל והן העברת סמכויות התכנון למשרד האוצר – יוצרות מגמה הפוכה, של ריכוז סמכויות בידי השלטון המרכזי, וניתוק תחום התכנון (המצוי כעת יחד עם מינהל השלטון המקומי בידי משרד הפנים) מהשלטון המקומי.

במסגרת טור זה אתייחס להיבטים המשפטיים של המהלך, בעיקר כפי שהם משתקפים בחוות דעתו של עו"ד יהודה זימרת, היועץ המשפטי של משרד הפנים, להצעת ההחלטה המפורטת של קבינט הדיור מיום 8.6.15, שכותרתה "התאמת מבנה ניהול הנדל"ן והתכנון בממשלה להתמודדות עם משבר הדיור". חוות הדעת הינה מיום 4.6.2015, והיא נשלחה ליועץ המשפטי של משרד האוצר.

בפתח הדברים, מתייחסת חוות הדעת לאופיו של הליך התכנון: "פיתוח הקרקע לשימושים השונים הינו הליך בלתי הפיך שהשלכותיו הן ארוכות טווח.. מערכת מאוזנת.. הינה אכן לעיתים מחסום מפני מימוש אינטרסים קצרי טווח וראויות, אולם הינה הכלי ההכרחי הנדרש על מנת להבטיח כי פיתוח הארץ ייעשה בדרך מושכלת, מתוך ראייה ארוכת טווח ותוך שמירה על יכולתם של הדורות הבאים לחיות כאן ולזכות באיכות חיים טובה. מערכת התכנון הינה מערכת שתפקידה לעיתים קרובות להכריע בין יוזמות הפיתוח של הממשלה על זרועותיה השונות, לבין אינטרסים ציבוריים אחרים, הנוגעים בחלקם לשמירת איכות החיים של תושבי ישראל ושמירה על הסביבה"

בהמשך, מתייחסת חוות הדעת לנימוקים בגינם תחום התכנון מצוי במשרד הפנים:

- המימשק רחב ההיקף בין תחום התכנון לבין השלטון המקומי והרשויות המקומיות הפעילות ומרכיבות את הועדות המקומיות, והמימשקים השונים בין תחומים אלו.
- היותו של משרד הפנים שאינו משרד ביצועי בעיקרו, דבר המאפשר בחינה של הסוגיות השונות לגופן בצורה מקצועית ונטולת פניות.
- חוות הדעת מתייחסת להסדרים מפורטים מסויימים בהחלטה, ובהם: הצורך בהשאת חלק מסמכויות שר הפנים בחוק התכנון והבניה ובחוקים נוספים (או לכל הפחות קבלת הסכמתו בנושאים אלו), בכדי להבטיח את התיאום בין הליכי התכנון וההיבטים המוניציפליים. ההחלטה שהתקבלה לא הטמיעה את עמדת משרד הפנים בנושא זה, ולכן, כפי שקובעת חוות הדעת של היועץ המשפטי – "עד לביצוע התיאום הנדרש, התכנית המפורטת אינה עונה על הנדרש בהתאם להחלטת הממשלה להבאת העברת הסמכויות לאישור הכנסת".
- ההחלטה קובעת כי סמכויות שר הפנים בעניין אכיפה, והיחידה הארצית לאכיפת דיני תכנון ובניה יועברו לידי משרד האוצר בתוך 90 יום מקבלת החלטה זו, תקופה במסגרתה יבחן צוות ממשלתי משותף את האפשרות להקים יחידת אכיפה מרכזית בענייני מקרקעין, תכנון ובניה ותחומים קרובים נוספים. חוות הדעת קובעת כי אין הצדקה להפריד בין הדברים, וכי נושא האכיפה הינו בגדר "טפל ההולך אחר העיקר" ולכן יש להבהיר כי מכלול סמכויות האכיפה יועברו לידי שר האוצר.

- מלבד העברת מינהל התכנון ולשכות התכנון המחוזיות, קובעת החלטת ועדת השרים כי סמכויות מכוח 8 חוקים נוספים יועברו משר הפנים לשר האוצר, וזאת בניגוד להחלטת הממשלה בה דובר על 5 חוקים. מעבר לקושי הפרוצדורלי (שכן וועדת השרים כפופה להחלטת הממשלה), יש קושי מהותי בהעברת סמכויות אלו. החוקים בהם מדובר בין היתר הם חוק הנפט, הסמכות להכריז ולבטל הכרזה לפי חוק גנים לאומיים ושמורות טבע, סמכויות מכוח משק הגז הטבעי.
 - מאחר וסמכויות שר הפנים עוברות לידי שר האוצר, החלטת הממשלה מבקשת לתת ייצוג גם לשר הפנים בוועדות התכנון (כגון המועצה הארצית לתכנון ובנייה, הותמ"ל ועוד). לשם כך, ההחלטה קובעת כי נוסח החוק יתוקן כך שיתווסף נציג שר הפנים לוועדות השונות. חוות הדעת של היועץ המשפטי למשרד הפנים קובעת כי אין צורך בשינויי חקיקה כאמור, ונציג שר הפנים יכול ורצוי שיהיה אחד מנציגי הממשלה בוועדות אלו, במקום אחד מנציגי שר האוצר (הזוכים לנציגות כפולה ומכופלת בוועדות בעקבות שינוי החקיקה).
- חוות הדעת מונה עוד הערות מפורטות נוספות, ונחתמת במילים "ליסכומם של דברים דומני כי בשים לב לאמור לעיל, יש צורך במתן מענה לקשיים שעליהם הצבענו ובביצוע שינויים מקיפים בהצעת ההחלטה בטרם ניתן יהיה לאשרה...".
- שינויים אלו לא בוצעו. נכון לסגירת הגליון הליכי החקיקה לא הושלמו.

ובנימה אישית: המהלך להעברת תחום התכנון לידי משרד האוצר אכן מעורר חשש של ממש, שלוואי ויתבדה. מערכת התכנון מטיבה הינה מערכת מאזנת ומפשרת, המביאה לידי התוצאה המיטבית באמצעות תהליך המפגיש בין רצונות, צרכים ואינטרסים שונים. העברת תחום התכנון למשרד האוצר חותר ביסודו תחת מאפיין זה של הליכי התכנון. מעבר לחששות ולסיכונים, שמחירים הינו טעויות בלתי הפיכות (כטיבן של טעויות במערכת התכנון), הרי שהתועלת הממשית שבמהלך זה אינה ברורה כלל. ייתכן ו"על הנייר" יאושרו יותר יחידות דיור בפרק הזמן הקרוב, אך זה אינו המבחן היחיד להצלחה. ראשית, המטרה היא בסופו של דבר מימוש ובנייה של אותן יחידות דיור, וכאן הנסיון מלמד שקיצורי דרך בתחום התכנון לרוב אינם פותרים את הבעיה, אלא דוחים את הקץ לשלבי הרישוי והמימוש. הדבר נכון במיוחד כאשר מדובר בקידום תכניות בשטחים שלא היו מיועדים בעבר לבנייה וחסרים את התשתיות הנדרשות לשם כך: תחבורה, מתקני טיהור שפכים, מקורות תעסוקה ועוד.

שנית, מן הראוי לא להזניח את תכלית התכנון - הלא הוא תוצרי התכנון, הקובעים את איכות החיים והסביבה שלנו לדורות רבים. אין ספק כי למהירות באה לעיתים על חשבון האיכות, וזהו מחיר שאין לזלזל בו. דוגמאות לכך ניתן לראות בתוצרי הליכי התכנון המזורזים של שנות ה-90, באמצעות הול"לים. כמו בדיון שהתעורר סביב רפורמות קודמות, ישנה הסכמה רחבה כי ישנו מקום לשיפור וייעול במערכת התכנון, אך סל הכלים כולל אמצעים דרקוניים פחות שיעילותם אינה פחותה.

על מידת התערבותו של ביהמ"ש בהחלטות מוסדות התכנון, ועל הכשרת עבירות בנייה

בשלושת המקרים שיובאו להלן, שנדונו כולם בביהמ"ש המחוזי, מסתמנת מגמה המעוררת שאלות. כידוע, וכפי שהוזכר לא אחת בטור זה, ביהמ"ש אינו מתערב בהחלטות מוסדות התכנון. כך גם הוחלט במקרה השלישי שיובא להלן.

ואולם, דווקא בשני המקרים הראשונים, בשניהם מדובר על הכשרה של עבירות בנייה – ביהמ"ש מפעיל את החריגים לכלל, ובוחר להתערב בהחלטות ועדות התכנון שסירבו לבצע לגליזציה למבנים בלתי חוקיים. התוצאה הינה הכשרה בפועל של עבירות בנייה.

קשה לפענח את הסיבה להבדלים בין המקרים השונים, ובוודאי שלא ניתן לזהות דגם מסויים של החלטות על בסיס שלושה מקרים בלבד. ככל הנראה ההחלטה האם להיצמד לכלל בדבר אי ההתערבות, או לחרוג ממנו ולבטל את החלטת מוסד התכנון, נובעת ממכלול של מאפיינים מהם מתרשם בית המשפט לגבי אותו המקרה – מידת הסיכוי לאשר את עבירת הבנייה בהליך התכנוני, היסטוריית ההחלטות של ועדות התכנון ומידת העקביות שלהן, עוצמת העבירה ועוד.

-עת"מ 13-11-2445 (מרכז) מלכוב נ' הועדה המחוזית לתכנון ובנייה מחוז מרכז ואח'

העתירה דנה בהחלטה של הועדה המחוזית מחוז המרכז לדחות תכנית (שד/90/23) שמטרתה שינוי ייעוד של קרקע בתחומי היישוב גבעת ח'ין מיעוד חקלאי ליעוד מסחרי ושפ"פ (שטח פרטי פתוח).

בקרקע בה מדובר הוקם לול בהיתר, שהוסב לבית קפה, הפועל עד היום. כנגד הבעלים (העותר) ננקטו הליכים משפטיים, הוא נצטוו להרוס חלקים מסויימים שבנה ללא היתר, וכן הוצא נגדו צו הפסקת שימוש וצו הריסה. הצוים נדחו, ובמקביל יום העותר תכנית נקודתית שמטרתה לאפשר את הפעלת בית הקפה. הוועדה המחוזית, בהמלצת הועדה המקומית, המליצה על הפקדת התכנית. לתכנית הוגשו שתי התנגדויות. ברקע נוסף ונאמר כי העותר ניסה להכשיר את בית הקפה באמצעות מנגנון של שימוש חורג, אך נסיונות אלו לא צלחו מאחר ומדובר בסטייה ניכרת.

כבסיס להחלטת הועדה המחוזית, נתבקש דו"ח של הפיקוח המחוזי. בדו"ח נמצא כי חלקים מהמבנה שהריסתם היתה תנאי למתן ארכה נוספת, לא נהרסו, ובכך הופר הצו השיפוטי. כתוצאה מכך, הועדה החליטה כי תשוב ותדון בתכנית רק לאחר קבלת אישור הפיקוח כי כל הבניה שאינה בהיתר נהרסה, ואם הדבר לא יבוצע תוך 60 יום – התכנית תתבטל.

בסופו של יום, החליטה הועדה לדחות את התכנית (בדיון מיום 16.6.2013) בין היתר מנימוקים תכנוניים, שכן הועדה אינה רואה מקום ליצור מוקד פיתוח נוסף במנותק מהשטח הבנוי ביישוב, וכי יש לשמור על השטחים הפתוחים. בנוסף קבעה הועדה, יש לערוך תכנון כולל טרם אישור התכנית הנקודתית למסחר ביישוב הכפרי, תכנית שתקבע את גודלו של השטח המסחרי ביחס פרופורציונלי לגודל היישוב, ואת את מיקומו המיטבי.

טענת העותר היא כי אין סיבה תכנונית של ממש לדחות את התכנית, והנימוק היחיד לאורך כל השנים לדחיית התכנית היה עבריינות הבנייה. לטענתו, הנימוק התכנוני עלה רק בדיון מ 6/13, לאחר ששנים הועדה גררה רגליים, לא הזמינה את היזמים לדיונים, והחלטתה חורגת ממתחם הסבירות.

ביהמ"ש (כב' השופטת זהבה בוסתן) קבעה כי אמנם ביהמ"מ אינו מתערב בהחלטות תכנוניות, אך במקרה זה יש להתערב בהחלטת הועדה ולקבל את העתירה. נימוקי קבלת העתירה:

שינוי עמדתו של מוסד התכנון: ביהמ"ש קובע כי ועדה מחוזית יכולה לשנות דעתה בשלב האישור הסופי של התכנית, אם חל שינוי בנסיבות. מקום שלא חל שינוי בנסיבות, והן היו ידועות קודם לאישור ההפקדה או שצריך היה לדעת עליהן - יש לתת משקל לאינטרס ההסתמכות של האזרח. ובלשון בית המשפט -

"מוסד תכנון רשאי ומוסמך לשנות את החלטתו, אך הפעלת הסמכות צריכה להיעשות בזהירות מירבית ולהתבסס על השינויים שחלו בפרק הזמן ממועד ההפקדה ועד לאישור הסופי. בהחלטת ועדת המשנה הדוחה את התכנית אין כל התייחסות לעובדה כי בקבלת החלטה זו יש למעשה שינוי מהחלטת הועדה הקודמת להפקיד את התכנית, ואין כל הסבר או הנמקה לשינוי זה."

באשר לשיקולים התכנוניים, קובע ביהמ"ש כי הנימוקים של "...הצורך בשמירה על שטחים חקלאיים, הצורך בתכנון כולל ועיקרון צמידות הדופן, לא התעוררו לפתע לאחר הפקדת התכנית..." ואלו נשקלו כבר על ידי הועדה.

בנושא עבריינות הבנייה, שכן מדובר בשימוש אסור, דן בהימ"ש בהרחבה בהלכות הנוגעות לשקילת שיקולים של עבריינות בנייה לעת הדיון בתכנית בנייה. במקרה זה קובע ביהמ"ש כי הפגיעה אינה בעוצמה כזו שאין לאפשר את תיקונה באמצעות הכשרת הבנייה. מדובר בהכשרת שימוש ולא בהכשרת בנייה.

ועוד התייחס ביהמ"ש להתמשכות ההליכים, "לא למותר לציין את התמשכות ההליכים בוועדת המשנה שנוקקה לחמש שנים כדי לברר מה מצב הבינוי ומהם הליכי האכיפה שננקטו..."

לסיכום, ביהמ"ש מקבל את העתירה מבטל את החלטת ועדת המשנה ומאשרר את תכנית שד/23/90.

- עת"מ 41161-01-15 (מחוזי נצרת) מאהר פלש נ' הועדה המחוזית לתכנון ובניה ואח'

העתירה הינה כנגד דחיית בקשה לאשר שימוש חורג למטרת מסעדה במבנה חקלאי שהוקם למטרה של גידול פטריות, וכנגד החלטת יו"ר הועדה המחוזית והמועצה הארצית לדחות את בקשתו לערור על החלטת הועדה המחוזית.

מדובר בשטח חקלאי מוכרז בסמוך לכפר ריינה, שנתקבל בו היתר להקמת סככה לגידול פטריות. בהמשך פנה העותר לוועדה המקומית בבקשה להסב את המבנה למסעדה, תוך הסתמכות על תכנית שהופקדה המייעדת את השטח לתעשייה. לתקופת הבניים, ביקש העותר שימוש חורג לאותה מטרה.

ביהמ"ש סוקר את המסגרת הנורמטיבית ביחס לשימוש חורג בקרקע, ואת מידת ההתערבות של ביהמ"ש בהחלטות מוסדות התכנון. לאור סקירה זו, ביהמ"ש מקבל את העתירה מכמה נימוקים: (1) הלכה למעשה הבקשה

לשימוש חורג אינה משנה את אופיה של הסביבה הקרובה, שאיבדה זה מכבר את אופיה החקלאי (2) קיימת לגבי השטח האמור תכנית חדשה המייעדת את השטח לתעשייה, והיא מצויה בשלבים מתקדמים מאוד.

לאור השינוי התכנוני ההולך ומתגבש, היה מקום לשקול בחיוב את אישור השימוש החורג, כפתרון זמני. ביהמ"ש מצטט לעניין זה הלכה קודמת שנקבעה בעניין גן אירועים גבעת האירוסים, עע"מ (109/12) (שהובאה בעבר במסגרת טור זה, ושהתקבלה כנגד דעת המיעוט החולקת של כב' השי' רובינשטיין).

במקרה הנוכחי קובע ביהמ"ש כי:

"על מוסד התכנון לבחון, בכל מקרה לגופו, מהו האפיק התכנוני הרצוי על יסוד מגוון של שיקולים, חלקם נוגדים. ניכר כי הועדה המחוזית לא העניקה משקל מספיק לעובדה שלפי התוכנית המתגבשת אכן תתאפשר בעתיד הפעלת המסעדה.

לא נעלמה מעיני העובדה כי התנהלות העותר הינה בעייתית עת פעל בניגוד לחוק וכן הקושי להחזיר את המבנה לשימוש המותר על פי התוכנית הקיימת. יחד עם זאת, סבורני כי אין בשיקולים אלה בלבד, כדי להביא לדחיית הבקשה מה גם שניתן ע"י ערבויות מספקות להבטיח החזרת המבנה לשימוש המותר, בכל שלב." (ההדגשה במקור).

לאור זאת העתירה מתקבלת, החלטת הועדה המחוזית בטלה, ובקשת השימוש החורג תיבחן לגופה בשים לב למגמות התכנון המסתמנות והשפעתה על האזור.

ע"מ 15-02-56069 (מחוזי ירושלים) היהדות הקראית העולמית והקדש נכסי היהדות הקראית העולמית נ' החברה לשיקום ולפתוח הרובע היהודי בעיר העתיקה ואח'

העתירה הוגשה כנגד החלטת ועדת המשנה להתנגדויות של הועדה המחוזית לתכנון ובנייה בירושלים, לאשר תכנית שעניינה שיקום ושחזור בית כנסת בעיר העתיקה בירושלים. העותרת טענה כי שחזור המבנה צפוי לגרום לפגיעה לעדה ולמורשת הקראית, לדחוק את רגליה של העדה ולפגוע באופן משמעותי באופיו הייחודי של האזור כשריד אחרון לשכונה בה התגוררה והתבססה העדה הקראית ברובע היהודי בירושלים. העותרת הגישה התנגדות לתכנית שאלו טעמיה, בנוסף לטענות נוספות בדבר רעש ועוד. ההתנגדויות נדחו ומכאן העתירה.

ביהמ"ש דוחה את העתירה, תוך התבססות על ההלכה המוכרת כי ביהמ"ש אינו שם את עצמו בנעליהן של מוסדות התכנון, והתערבותו בהחלטות כאלו נעשית במשורה, רק במקרים בהם מדובר בחוסר תום לב, חריגה מסמכות וחריגה ממתחם הסבירות. במקרה זה לא מצא ביהמ"ש מקום להתערב, אך ביהמ"ש קבע כי "... התחשבות ברגשות דת מוכרת כשיקול רלוונטי בהכרעות של רשויות מינהליות... ואף נקבע זה מכבר כי שיקולים הקשורים לפגיעה ברגשות דת הם שיקולים אשר ועדות התכנון צריכות לשקול בבואן לקבל החלטות תכנוניות..."

איריס האן



מארגון הספרים התכנוני: תכנון וקיימות חברתית

המושג קיימות (sustainability) נהפך בעשורים האחרונים לאחד הנושאים המרכזיים בשיח התכנוני. סוגיות מפחידות, כגון התחממות האטמוספירה עקב אפקט החממה, ההשפעות הבריאותיות של זיהום האוויר, מחסור במי שתייה, וכיוב', מוזכרות כמעט כל שבוע בתקשורת. התגובות בעיתונות ובטלוויזיה, הפגנות ארגונים וולונטריים, או הפעילות בכנסת מראות, שהסוגיה נוגעת לחרדות אנושיות עמוקות בציבור, שבד"כ נוטה להיות אדיש אלא לבעיות בטחוניות.

לכאורה, משמעות המושג של קיימות היתה צריכה להיות ברורה. לפי ההגדרה המקורית (Brundtland Report, Our Common Future, WCED, 1987, p. 40) הכוונה היא לפיתוח "העונה על צורכי ההווה בלי לפגוע ביכולתם של הדורות הבאים לספק את צורכיהם שלהם". מן הסתם יש למושג כמה ממדים. לרוב מבדילים בין שלושה היבטים עיקריים: קיימות סביבתית, כלכלית, וחברתית. המשמעות של קיימות סביבתית ושל קיימות כלכלית היא די אינטואיטיבית. מדובר בשימוש יתר במשאבים מוגבלים העלול לפגוע ביכולת התפקוד העתידי של החברה או של המערכת האקולוגית. למשל, שימוש יתר במים, עלול לגרום למחסור, המקשה על הפיתוח ויפגע באופן חמור בכלכלה, באיכות החיים ובבריאות האוכלוסייה, כפי שחוו לאחרונה תושבי קליפורניה, אם כי במקרה הטוב ניתן לפיתרון בהוצאות משמעותיות.

המושג של קיימות חברתית, לעומת זאת, הוא הפחות ברור בין שלושת הממדים, אם כי חשיבותו אינה פחותה. בכל חברה מודרנית יש משאבים מוגבלים, כגון שירותים ציבוריים ועסקיים, בתי ספר, מוקדי בידור ותרבות, שהנגישות אליהם היא קריטית עבור איכות החיים של האוכלוסייה והתפתחות החברה. זאת ועוד, ריכוז אוכלוסיות נחשלות (כגון מיעוטים או מהגרים) בשכונות עוני לא רק פוגע ביכולתן להשתלב בחברה הכללית, ומקשה על ניידות חברתית של קבוצות אלה, אלא משפיע לרעה על התפתחות החברה כולה. יתר על כן, ריכוזים של מיעוטים נחשלים גורמים באופן בלתי נמנע להפליה בהקצאת המשאבים לטובת האוכלוסיות (והבזורים) החזקים יותר וכך יוצרת מעגל קסמים. די להזכיר כאן את עיירות הפיתוח, שבהן ממשיך להתקיים ריכוז של אוכלוסייה בעלת רמה סוציו-כלכלית נמוכה יחסית, שרק חלק קטן ביותר מצליח לצאת מהמלכוד החברתי-כלכלי.

במאמר של Nicola Dempsey, שיידון להלן, מוצעת רשימה ארוכה של גורמים המופיעים בספרות כתורמים (סבירים או אפשריים) לקיימות חברתית. גורמים לא-פיזיים המוזכרים כוללים למשל חינוך, צדק חברתי,

שיתוף הציבור, בריאות, ליכוד קהילתי, הון חברתי, ביטחון אישי, שמירה על מסורות, וכו' וכו'. מצד שני מוזכרים כמוכן גורמים פסיים המוכרים לכל מתכנן, כגון דיור המכבד את התושבים, שטחים פתוחים, תכנית שכונתית המעודדת הליכה ברגל, וכיוב'. כל מי שעוסק בתכנון עירוני מזהה מטרות אלה כאופייניות לחשיבה התכנונית לפחות מאז מלחמת עולם השנייה.

נסקור הפעם ארבעה מאמרים העוסקים במושג הקיימות החברתית, מתוך תקווה שכך נצליח להסביר את חשיבותו ואת מקומו בשיח התכנוני. המאמר הראשון של Suzanne Vallance et al. ואחרים מנסה להבהיר את המושגים שבמרכז הסוגיה. המאמר השני של Nicola Dempsey דן בקשר בין קיימות חברתית ובין הצורה הפיסית של העיר תוך התמקדות בשתי סוגיות מרכזיות: שוויון בנגישות לשירותים וקיימות של הקהילה עצמה. המאמר השלישי של Holden Meg עוסק במדיניות של אזור Vancouver, שבו נעשה מאמץ מודע ומפורש ליישם את עקרונות הקיימות החברתית בתכנון ובמדיניות אזורית. המאמר הרביעי של Nurit Alfasi and Tovi Fenster דן בתפיסות של קיימות חברתית בתוך קבוצה של אנשי מקצוע ישראליים, וכך מחזיר אותנו למציאות שבה חיים רוב קוראי כתב העת הזה.

Suzanne Vallance et al. (2009). "What is social sustainability? A clarification of concepts". *Geoforum*, 42 (2011) 342–348

דו"ח ברונדלנד אמנם התייחס להיבט החברתי של הקיימות, אולם במשך העשורים האחרונים תשומת הלב של חוקרים ושל התקשורת התמקדה, כאמור, בעיקר בנושאים סביבתיים וכלכליים. לאחרונה מורגשת התעניינות מחודשת במושג הקיימות החברתית. אולם משמעות המושג עדיין לא ברורה. סקירת הספרות בחלק הראשון של המאמר של Vallance et al. בוחנת את המשמעות של המושג מבחינה עיונית. א-פריורי היינו כמוכן מצפים, שהמושג קיימות חברתית יתייחס לתנאים הדרושים להבטחת ההישרדות וההמשכיות של החברה ותפקודה בטווח הארוך. אבל מסתבר שזאת גישה צרה מדי, כפי שמתברר מתוך הסקירה המקיפה של הספרות העוסקת בסוגיה.

Vallance et al. מבחינים בין שלוש תפיסות: התפיסה הראשונה של קיימות חברתית (Development social sustainability) מתמקדת בצרכים הדרושים להישרדות החברה ותפקודה לאורך זמן עם דגש על המאבק בעוני וחוסר שוויון. ברור, שקיימות חברתית מחייבת התייחסות למגוון רחב של שירותים ציבוריים ועסקיים, החל ממי שתייה, שירותי בריאות ודיור עד לצרכים חברתיים כגון חינוך, תעסוקה, שוויון וצדק. מצד שני, חוסר בתשתיות מהווה מחסום להתפתחות החברתית, אך גם ישפיע בטווח הארוך לרעה על מצב הסביבה הפיסית בגלל חוסר יכולת או חוסר הבנה לחשיבות היבטים אלה. אחד התנאים לפיתוח בר קיימא הוא אפוא סיפוק שוויוני של הצרכים המהווים תנאי גם לטיפול יעיל בסוגיות סביבתיות ביו-פיסיות.

התפיסה השנייה של קיימות חברתית (bridge sustainability) רואה בה אמצעי לשינויים חברתיים או התנהגותיים הדרושים למטרות סביבתיות. הדגש כאן אינו הקיימות של החברה אלא תרומתה של מדיניות חברתית עבור השגת מטרות סביבתיות. דוגמאות טובות הן המאמצים לקדום המיחזור,

לצמצום השימוש ברכב פרטי, לשימוש במקורות אנרגיה מתחדשים, וכמובן לקידום הבנייה הירוקה.

התפיסה השלישית (Maintenance social sustainability) עוסקת במסורות, פרקטיקות, סביבות פיזיות שלפחות חלק מהאוכלוסיה מבקש לשמר ולשפר לאורך זמן. כדוגמאות נזכיר צפיפות פרברית נמוכה, יכולת השימוש ברכב פרטי, ושימור נופים טבעיים. הכוונה היא אפוא למטרות הנתפסות כערכיות ולדרכים שבהן בני אדם מקבלים או מתנגדים לשינויים בסביבתם.

בחלק האחרון המאמר בודק, איך ההבדלים בין התפיסות השונות וההתנגשות ביניהן עלולים לעקב או לקדם התפתחות ברת קיימא. הרי, למשל, מאמצים לקדם את השוויון עלולים במציאות לעמוד בניגוד לרצון של תושבי הפרברים להנות מצפיפות מגורים נמוכה או שיפור התחבורה הציבורית עלולה להכביד על התחבורה ברכב פרטי.

המחברות מדגישות שעל אף חשיבותו המושג של קיימות חברתית רחוק מלהיות ברור וחד-משמעי, דבר המקשה על גיבוש מדיניות ברורה. יתר על כן, בגלל הפופולריות של קיימות בשיח הציבורי והתכנוני, יש נטיה לכלול כמה שאפשר יותר שאיפות תחת המטריה האידיאולוגית הזאת, החל מפמיניזם, קידום השוויוניות, העצמת קבוצות נחשלות וכיוב'. קושי זה בא לביטוי גם במאמרים האחרים בסקירה זו.

Nicola Dempsey (et al.) (2011). "The Social Dimension of Sustainable Development: Defining Urban Social Sustainability". *Sustainable Development* 19, 289–300

בניגוד למאמר הקודם, Dempsey (et al.) מתייחסים לקשר בין המבנה הפיסי של העיר לבין הקיימות החברתית ברמה המקומית; הרי בתוך שכונות מגורים יש חשיבות מיוחדת לסביבה הפיזית הבנויה. בהקשר זה המחברות מתעניינות בשני ממדים עיקריים של קיימות חברתית עירונית: צדק חברתי במובן של שוויון וקיימות הקהילה.

הממד הראשון, שוויון, מתקשר אפוא להיבט החלוקתי של השירותים העסקיים והציבוריים; מי מקבל מה, וכן מה המרחק של מגורי קבוצות שונות משירותים חברתיים כגון: מרפאות, סופרמרקט, בתי ספר, גני ילדים, פארקים, ספריות, מתנ"ס, וכיוב'. הרי במיוחד לאורך זמן הפלייה וקיפוח של קבוצות נחשלות מהווה מכשול חמור עבור קיימות החברתית.

הממד השני, קיימות הקהילה, פחות ברור במשמעותו. הוא מתייחס ליכולת התפקוד של החברה או הקהילה בטווח הארוך. המושג קשור אפוא לתופעות כגון הון חברתי, ליכוד חברתי, ואיכות הקשרים החברתיים. חמישה מדדים או מטרות לקיימות הקהילה מוצעים על ידי המחברים: קיום של רשתות חברתיות בקהילה, השתתפות פעילה של התושבים בקבוצות חברתיות, יציבות קהילתית, גאווה המקום, וביטחון ובריאות בשכונה. אולם אין במאמר הגדרה אופרטיבית של קיימות הקהילה ואין גם טיעונים מעבר לסבירות שדרישות עשויות לחזק את הקיימות הקהילתית. בהמשך, המאמר מנתח בהרחבה עבור כל אחד מהמדדים האלה את הגורמים המשפיעים עליו ומחזקים אותו. יחד עם זאת מדדים אלה מקובלים בעולם התכנון ובעבודה

הקהילתית כמטרות חברתיות חשובות, אך אומצו גם אל לעולם התכנים של קיימות חברתית. על ידי הכללתם נוצר חיבור מושגי נוסף בין מטרות הקיימות כערך לבין מדיניות עירונית ותכנון.

Holden, Meg (2012). "Urban Policy Engagement with Social Sustainability in Metro Vancouver". *Urban Studies* 49(3) 527–542.

מה קורה כאשר מנסים ליישם את עקרונות הקיימות החברתית? מטרונקובר היא אחד מאזורי המטרופולין הבודדים המנסים להגשים את הרעיון כמדיניות ציבורית מפורשת. מטרת המאמר היא לעמוד על תוצאות מדיניות זו.

החלק הראשון סוקר את הספרות העיונית עם דגש על הקשר או ניגוד בין קדמה חברתית לבין איכות הסביבה והשלכותיה על בריאות הציבור. המאמר מתחיל עם ניתוח משווה מקיף של הספרות העיונית העוסקת בסוגיה. הבעיה עם כל הסקירות היא כאמור, שבעצם אין הסכמה לגבי המשמעות וכל שכן לגבי ההגדרת הקיימות החברתית. הסקירה מסכמת אפוא מספר גדול של נסיונות הגדרה, רובם במטרה לכלול תחת הכותרת של קיימות חברתית מטרות חברתיות חשובות נוספות. כתוצאה, כל רשות מקומית באזור מגדירה את הסוגיה אחרת ואנו מקבלים מכלול הטרוגני של מטרות מדיניות ראויות ללא מכנה משותף משכנע. אחרי זה המאמר דן ביישום המעשי של העיקרון באזור המטרופולין של נקובר. אך כאמור, אין אחידות בין הערים במטרופולין באופי היישום של העיקרון. בהתאם הקורא נשאר ללא מסקנות ברורות לגבי הסוגיה.

Nurit Alfasi and Tovi Fenster (2014). "Between socio-spatial and urban justice: Rawls' principles of justice in the 2011 Israeli Protest Movement". *Planning Theory* Vol. 13(4) 407–427.

לעיתים רחוקות יש הזדמנות לסקור במסגרת טור זה מאמר של חוקרים ישראליים הדן בהקשר הישראלי בנושא הכללי של הכתבה. המחקר של אלפאסי ופנסטר מנתח את העמדות של פעילי מחאת ה"קוטג'" (2011) על שאלות עקרוניות של צדק חברתי וזכויות אדם בהקשר לתכנון העירוני מנקודת ראות של קיימות חברתית. החוקרות ניצלו הזדמנות נדירה, כאשר אנשי מקצוע (ארכיטקטים, מתכננים, גאוגרפים וכיו"ב) ועובדי ציבור (בשלטון המקומי, בארגונים לא ממשלתיים, וכד') השתתפו במסגרת תנועת המחאה בקבוצות דיון שעסקו בנושאים אלה. באופן ספציפי המאמר עוסק בדיונים של שתי קבוצות משנה של ועדת יונה-ספיבק, שהתמקדו בתחבורה ותכנון.

המסגרת העיונית מבוססת על תיאורית הצדק של Rawls (1971), שמהם נגזרו שתי תפיסות של צדק תכנוני, מה שהמחברות מכנות צדק חברתי-מרחבי וצדק עירוני. כל אחת מהתפיסות האלה אפשר לקשור לעיקרון שונה של צדק כמוגדר ב-*Theory of Justice*. התפיסה הראשונה מתקשרת לעיקרון של הבדל והשני לעיקרון של שוויון הוגן של הזדמנויות.

הדיון מבוסס, כאמור, על ניתוח איכותני של דיונים והתכתבות דוא"ל בין פעילי המחאה, שהתארגנו בוועדת ספיוק-יונה כנגד ועדת טרכטנברג. חברי

הועדה התחלקו לקבוצות עבודה לפי נושאים וניסו להגיע להצעות קונקרטיות לסוגיות שעלו במהלך המחאה. החומר של הדיונים, התכתבויות וניירות עבודה נותרו באמצעות מה שנקרא critical discourse analysis כדי לגלות הבדלים בין השקפת העולם של השמשתתפים בדיונים.

ואמנם התגלו במסגרת הדיונים פערים משמעותיים בין אנשי המקצוע בתחום התכנון לבין משתתפים הקשורים למדיניות ציבורית בנוגע לשאלות אידיאולוגיות עקרוניות. התחושה היא שפערים אלה נובעים מהבדלים בין שתי הקבוצות הקשורים להכשרתם המקצועית ולסביבה המוסדית שבה הם עובדים.

מה אפשר ללמוד מהמאמרים שנסקרו בטור זה? ברור שקיימות חברתיות הינה נושא מרתק וחשוב לא פחות מקיימות כלכלית או סביבתית. מה שחסר הוא הגדרה מושגית ברורה ומקובלת של משמעותה שתאפשר גיבוש מדיניות והערכת הצלחתה. מצד שני חוסר הבהירות הקיימת היום קשורה לחילוקי דעות קיימים ואולי בלתי נמנעים לגבי המטרות הראויות של מדיניות חברתית, ואולי חשוב מזה, לגבי האפקטיביות וההצלחה הצפויה מאמצעי המדיניות השונים המוצעים לגבי כל בעיה חברתית.

אליה ורצברגר



סקירת ספר : מגה-אזור כיחידה תכנונית

John Harrison and Michael Hoyler, (eds.), 2015. Megaregions: Globalization's New Urban Form? Edward Elgar: Cheltenham, UK. 270 pages.

נהירת אוכלוסין אל הערים הגדולות ולשוליהן תרמה לשינוי בלתי פוסק בהשתרעות המרחבית של יחידת התכנון האורבנית. היחידה העירונית בתוך גבולות הקו הכחול עדיין משמשת כיחידה סטטוטורית להכנת תכניות אורבניות מחייבות. עם זאת, התפשטות הערים והתחברות שטחי הבינוי שלהן מחייבות היערכות תכנונית ברמות שמעבר לתחומי הקו הכחול. במהלך המאה העשרים, הגדרות אורבניות חדשות רדפו אלה את אלה על מנת להכיל את התפשטותה של ההשתרעות האורבנית הנרחבת (ראה, Taylor and Lang, 2004).

המטרופולין הוגדר כבר בראשית המאה העשרים כמקבץ של יחידות עירוניות בעלות רצף של שטח בנוי או קשרי יוממות משמעותיים. קצת אחרי אמצע המאה, בסוף שנות החמישים ותחילת השישים התפרסם חיבורו של Jean Gottmann על ה-Megalopolis בחוף הצפון-מזרחי של ארה"ב. עבודתו היכתה גלים ובעקבותיה החלו להתפרסם עבודות על היווצרותן של יחידות ענק כאלה גם בחוף המערבי ובאזור שיקגו כמו גם במדינות אירופה ואף בישראל (קיפניס, 1982). בשנת 1965 הטביעו Friedmann and Miller את מושג השדה האורבני (Urban Field). מיד אחר כך הגדירו הלשכות לסטטיסטיקה של ארה"ב ושל צרפת את המונח קונאורבציה (Conurbation) כיחידה שכוללת מטרופולינים אחדים שצמודים אלו לאלו.

על פי חיפוש ב-Google Scholar, המונח מגה-אזור (Megaregion), עם מקף או בלעדיו, נכנס לשימוש במאה העשרים ואחת עם סנוניות בודדות בשנות התשעים של המאה הקודמת. הספר שפרקיו יסקרו להלן יצא לאור בשנת 2015 והוא מציב סימן שאלה בקצה כותרת המשנה שלו - האם המגה-אזורים הללו הם התצורה האורבנית החדשה שנובעת מתהליכי הגלובליזציה? בספר שלפנינו עשרה פרקים, כאשר כותבי הפרק הראשון והאחרון הם גם עורכי הספר. למעשה, שני הפרקים האלה נראים בעיני כפרקים הטובים ביותר שעבורם נדפס הספר.

בפרק הראשון שני הכותבים-עורכים מציגים את המונח Megaregion והתפתחותו כחלק מהמונחים שהוטבעו לפני כן במהלך המאה הקודמת כפי שהוצג לעיל. בסקירתם הם מראים שעל פי פרסום של ה-UN-Habitat משנת 2010 אזורי המגה הללו כוללים אוכלוסייה שבין 20 ל-120 מיליון נפש. הם מציגים את עבודתם של ריצ'רד פלורידה וחובריו משנת 2008 שבה הם זיהו 40 אזורים כאלה בעולם באמצעות חישובים שנעשו מתוך מפה גלובלית של

צילום אורות בשעות הלילה. הם הגדירו את המונח מגה-אזור: "כמערכת משולבת של ערים ואזורי הינטרלנד פרבריים שבתוכה הון ועובדים יכולים להיות מועתקים ממקום למקום בעלויות נמוכות מאד... במערכת זו מתבצעות פונקציות דומות למדי לאלו שבוצעו בעבר בערים הגדולות... אלא שהפונקציות הללו נעשות על פני קנה מידה הרבה יותר גדול". על פי חישוביהם של פלורידה וחובריו 40 המגה-אזורים הללו תופסים אך מעט מהשטח הראוי ליישוב על פני כדור הארץ ובהם רק 18% מאוכלוסיית העולם אבל הם אחראיים לכ-66% מהפעילות הכלכלית ולכ-85% מהחידושים המדעיים והטכנולוגיים.

אחת השאלות המעניינות הנדונות בפרק הראשון על ידי Morrison and Hoyler היא השאלה מי הם "הבעלים" של המגה-אזורים? במילים אחרות, מי הם הגופים בעלי העניין בקידום מיצובו של המונח החדש. לדעתם בעלי העניין המרכזיים הם מתכנני תחבורה ומשרד התחבורה האמריקאי שמעוניינים לקדם את פרויקט הרכבות המהירות ברחבי ארה"ב. לדעתם של הכותבים, רעיון המגה-אזורים מקודם על ידי בעלי אינטרסים כלכליים-לאומיים אבל מתעלם מצרכי הקהילה ופוגע בתרבות הצריכה המקומית בעלת החותם האנרגי הנמוך.

הפרק השני שנכתב על ידי Markus Hesse מאוניברסיטת לוקסמבורג חוקר את האפיסטמולוגיה ודגמי השיח הקשורים במגה-אזורים. לדעתו השימוש במונח מגה שואל מרעיונות טוטליטריים, או לפחות נטורליסטיים, שבהם אין מקום לשונות, למבחר, ולפוליטיקה. המילה האחרונה מפתיעה במקצת ואיננה תואמת את רוחו של הפרק הקודם שם טענו המחברים שגם המגה-אזורים מקודמים במידה רבה באמצעות מניפולציות פוליטיות.

בפרק השלישי David Wachsmuth, פוסט דוקטוראנט מאוניברסיטת בריטיש קולומביה בקנדה, טוען בעקבות רעיונותיו של Brian Berry משנת 1964, שהמגה-אזור הוא גם עיר וגם מערכת ערים. לדעתו המגה-אזור מתפקד כאזור יוממות לצרכי עבודה, לצרכים חברתיים ולחיי היומיום והוא ממלא את התפקיד אותו מילאו בעבר העיר או המטרופולין. כשם שבעבר ההתפשטות העירונית היתה קשורה למהפכות בתחומי טכנולוגיית התחבורה, כך גם התופעה של המגה-אזורים קשורה למהפכת טכנולוגיית המידע והלוגיסטיקה שהחלה בשנות ה-80 של המאה שעברה. עם זאת, הכותב מסכים שהמגה-אזורים עדיין לא הגיעו לאינטגרציה תיפקודית מלאה והעתיד עוד לפניכם. גם הפרק הרביעי שנכתב על ידי Alex Schafran מאוניברסיטת לידס מנסה לשבץ את הבנת התופעה של המגה-אזורים מתוך גישה היסטורית של התפתחות האורבניזציה. באופן כללי, שני המאמרים הללו תומכים ברעיון המגה-אזורים או לפחות מקבלים אותו כעובדה קיימת.

כותרתו של הפרק החמישי - Five reasons why megaregional planning works against sustainability - מצביעה על עמדתו של הכותב Stephen O. Wheeler (אוניברסיטת קליפורניה, דיוויס) נגד תכנונם של מגה-אזורים. חמש הסיבות שהוא מציג קשורים לכשלים אפשריים בתהליכי התכנון של אזורים כל כך גדולים ומורכבים, יצירת בעיות סביבתיות, וחשש כבד להתעלמות מבעיות מקומיות ומהשאיפה לצדק חלוקתי. במקרה זה כותרת המאמר נראית מבטיחה יותר מתוכנו.

בפרק השישי Michael Glass מאוניברסיטת פיטסבורג טוען כנגד הניסיונות להגדיר את המגה-אזור כישות מינהלית. הסיבות לכך הן לא רק משום שגבולות המגה-אזור אינם ברורים אלא שהחיכוך הפוליטי בין הרשויות המרכיבות את האזור יוצר מבוכ של מרחבים ניהוליים וכלכליים. הכותב מדגים את הבעיות שתיווצרנה על ידי בחינה של המגה-אזור שהוצע עבור אזור האגמים הגדולים. גם הפרק השביעי מטפל במגה-אזור בשם Norden שהוצע להקימו במדינות הנורדיות כולל איסלנד. התכנית נראית לא רק גרנדיוזית אלא שבניגוד ליתר המגה-אזורים, היא נועדה ליישום במדינות דלילות אוכלוסין. הכותבים - dregio Lucas Smas and Peter Schmitt ממרכז למיתוח מרחבי בשטוקהולם - טוענים שהיא נוגדת את התכניות הלאומיות של המדינות המעורבות להגברת האזורים בתוך.

ההתפתחות העירונית בדלתא של נהר הפנינה (Pearl River Delta) בדרום סין נחשבת למגה-אזור המאוכלס ביותר בעולם עם יותר מ-120 מיליון נפש. הפרק השמיני שנכתב על ידי הדוקטוראנט Xu Zhang עוסק בהתפתחות של האזור בפרספקטיבה היסטורית. לטענתו מדובר באזור מיוחד שהתפתחותו עוצבה לאורך כאלפיים שנה תוך כדי תהפוכות פוליטיות שהשפיעו על קצב ההתפתחות.

Billy Fleming, דוקטוראנט מאוניברסיטת פנסילבניה, עוסק בפרק התשיעי בהערכת עתידו של פרוייקט המגה-אזורים בארה"ב. על פי המבנה המחקרי של המאמר נראה שמדובר בתקציר של עבודת הדיסרטציה של המחבר. להערכתו זהו אחד הפרקים הטובים בספר. על פי ראיונות שהמחבר קיים עם תומכי הרעיון, הוא מציג את החסמים לקידום תכנונם של מגה-אזורים מצד אחד ואת ההזדמנויות לקידום מצד שני. בין החסמים הוא מונה באופן מפתיע את המחסור בנתונים נאותים בעיקר בתחום הנסיעות והעסקאות האישיות. חסם נוסף קשור לאווירה האנטי-מדעית ואנטי-ממשלתית. אלה ימשיכו לאתגר את התכנון המובל על ידי המדינה לפחות עד אחרי עידן אובמה (עמ' 212). חסם אחר קשור לעמימות במדיניות הממשלה הפדרלית והעדרה של תכנית פעולה לאומית בקנה המידה האזורי או המגה-אזורי. בהמשך הוא מונה גם את ההזדמנויות לקידום התכנון ברמה המגה-אזורית ביניהם הצורך בטיפול בנושאים סביבתיים, תחבורתיים וכלכליים בקנה מידה מרחבי גדול. למעוניינים, לקראת סיום הפרק הוא בוחן את החסמים וההזדמנויות באשר למגה-אזורים של המשולש הטקסני (Texas Triangle) וחוף המפרץ (Gulf Coast).

הפרק העשירי והאחרון נכתב כאמור על ידי העורכים. הם מדגימים את הנושאים שנידונו בספר על שלושה מגה-אזורים: Cali-Baja על גבול קליפורניה-מקסיקו בחוף המערבי, Hampton Roads-Richmond במדינת וירג'יניה, ומגה-אזור חדש בשם Par-Lon שמציב סימן שאלה בנוגע לתכנון משולב של אזורי פריז ולונדון והמסדרון שביניהם. בכל אחד מהאזורים הללו הם בוחנים: 1. האם מדובר בחזיונות/דמיונות (Imaginary) אורבניים מתחרים או משלימים, 2. האפשרויות לגלוקליזציה בתוך המגה-אזור, 3. האם אלה חלומות אורבניים על גבול האוטופיה או הדיסטופיה, ו-4. ההיסטוריה האורבנית ובחינת הזמניות והעידנים. הרוצים להיחשף לפרטי הדיון המעניין מוזמנים לקחת לידם את הספר. מכל מקום, בסוף הדיון המחברים נוטים למקם את תופעת המגה-אזור כחלק מעידן הגלובליזציה. יתכן שאנו נמצאים

רק בתחילתו של עידן זה, ולכן בהמשך הגלובליזציה הלחצים והמדיניות להגדרת מגה-אזורים ולטיפול בהם ככאלה ילכו כנראה ויגברו.

לסיכום, זהו ספר שמרכז מידע בנוגע לאפשרות קיומה ותכנונה של מערכת אורבנית ענקית שעלתה מחדש על סדר היום התכנוני-מדעי מאז תחילת המאה העשרים ואחת, לאחר שהיתה בתרדמה מאז המגלופוליס של Gottmann והשדה האורבני של פרידמן ומילר בשנות השישים של המאה הקודמת. הספר מצטיין בהצגת דעות מנוגדות בעד ונגד התכנון האורבני המגה-אזורי. בסופו של דבר נראה שישנה נטיה לכיוון הצדדים התומכים בהמשך תכנונה ופיתוחה של העיר המגה-אזורית.

ולבסוף, סדרת שאלות הקשורה אלינו: האם ישראל קטנה מידי בשטחה כדי לחשוב במונחים של תכנון מגה-אזורי? ואולי אפשר לחלקה למגה-אזורים תכנוניים ולוותר על ההגדרות המטרופוליטיות? האם יש סיכוי עתידי להיווצרות מגה-אזורים משותפים עם המדינות השכנות? האם זו אוטופיה או שמא דיסטופיה?

שאל קרקובר

מקורות

קיפניס, ב. 1982. כיצד נקדם את התהליכים המגלופוליטניים בישראל? אופקים בגאוגרפיה, כרך 6, עמ' 64-69.

Florida R., Gulden, T., Mellander, C. 2008. The rise of the mega-region, Cambridge Journal of Regions, Economy and Society 1(3), 459-476.

Friedmann, J., Miller, J. 1965. The urban Field, Journal of the American Institute of Planners, 31, 312-320.

Gottmann, J. 1957. Megalopolis, or the Urbanization of the Northeastern Seaboard, Economic Geography, 33, 189-200.

Gottmann, J. 1961. Megalopolis: The Urbanized Northeastern Seaboard of the United States, New York: The Twentieth Century Fund.

Taylor, P.J., Lang, R.E. 2004. The shock of the new: 100 concepts describing recent urban change, Environment and Planning A, 36(6), 951-958.

משתתפים בחוברת

מדור מיוחד: ביג דאטה בתכנון העירוני

עורך אורח:

פרופ' דניאל פלזנשטיין הינו פרופסור מן המניין במחלקה לגיאוגרפיה ומנהל המרכז לגיאוגרפיה חישובית, האוניברסיטה העברית בירושלים. תחומי המחקר שלו כוללים גיאוגרפיה כלכלית, אקונומטריקה מרחבית וסימולציה עירונית. הוא משמש כיועץ ל-OECD בתחום של הפיתוח הכלכלי והתעסוקה המקומית.
daniel.felsenstein@mail.huji.ac.il

משתתפים:

ד"ר אייל אשבל עשה דוקטורט בגיאוגרפיה כלכלית במחלקה לגיאוגרפיה, האוניברסיטה העברית בירושלים. הוא מומחה ומרצה בתחומי הגיאוגרפיה הכלכלית, מודלים משולבים לשימושי קרקע ותחבורה, מערכות מידע גיאוגרפיות, שימוש בטכנולוגיות חדשות ו"ביג-דאטה" לצורכי מחקר ותכנון. לשעבר אנאליסט ראשי בחברת טרנדיט והיום מנהל מחלקת תחבורה בחברת פי.גי.אל. הנדסה ותכנון תחבורה בע"מ.

ד"ר ערן בן-אליא הוא מרצה בכיר במחלקה לגיאוגרפיה ופיתוח סביבתי באוניברסיטת בן-גוריון בנגב וראש המעבדה למשחקים בסביבת ניידות רבודה. הוא קבל תואר ד"ר בתחום מדעי התחבורה ותואר שני בתכנון ערים מהטכניון. עיסוקו בחקר תנועת האדם במרחב בדגש על פיתוח מודלים מבוססי משחק וסימולציות להבנת יישומים של טכנולוגיות מידע חדשות לשיפור הקיימות של הניידות ושל מערכות התחבורה בעיר.

עמית בירנבוים הוא דוקטורנט במחלקה לגיאוגרפיה באוניברסיטה העברית בירושלים. תחומי המחקר שלו מתמקדים בהתנהגות מרחבית של בני אדם, גאוגרפיה ובריאות ויישום של שיטות איתור מתקדמות למחקר במדעי החברה.

פרופ' יצחק בננסון הוא פרופ' מן המניין בחוג לגאוגרפיה וסביבת האדם וראש המעבדה לגיאומימוצליה וניתוח מרחבי באוניברסיטת תל אביב. בעל תואר ד"ר בבייפסיקה מתמטית מאוניברסיטת מוסקבה ותואר שני במתמטיקה מאוניברסיטת סברדלובסק, רוסיה. תחומי המחקר שלו עוסקים במודלים דינמיים וסימולציה של אוכלוסייה ומערכות תחבורה במרחב העירוני ואזורי, חניה ובטיחות בדרכים, מ"מ"ג וניתוח מרחבי.

דימיטרי גייזרסקי הוא ארכיטקט תכנה המתמחה בחישוב מהיר וניתוח של בסיסי נתונים גדולים. בעל תואר ראשון בהנדסת תכנה מטעם הטכניון, הוא משמש כשותף בחברת פרופרמיט בע"מ המתמחה בפתרונות תכנה לפיתוח בסיסי נתונים, חישוביות מהירה, פתרונות ענן.

אילת גל-צור היא חוקרת במכון לחקר התחבורה בטכניון, שם היא מובילה את צוות המחקר בתחום ניהול הניידות, ומבצעת מחקרים יישומיים הן עבור רשויות תחבורה בארץ והן במסגרת פרויקטים בינלאומיים. תחומי המחקר העיקריים שלה נוגעים לשימוש בטכנולוגיות מתקדמות לקידום ניידות בת קיימא ולשימוש במקורות מידע חדשניים לשיפור תהליכי קבלת החלטות. החל מתחילת שנה זו היא גם ראש המחלקה להנדסת תעשייה וניהול במרכז האקדמי רופין.

א. יאיר גרינברג הינו דוקטורנט במחלקה לגאוגרפיה, האוניברסיטה העברית בירושלים. תחומי המחקר שלו כוללים התנהגות מרחבית, דינמיקות עירוניות, מ"ג וסימולציות מבוססות סוכנים.

סוזן גרנט-מולר הינה מרצה בכירה במכון ללימודי תחבורה באוניברסיטת לידס באנגליה. מחקריה הינם בתחום הממשק האינטר-דיסציפלינרי בין טכנולוגיות דיגיטליות ותחבורה בהקשר של עתיד מופחת זיהום אוויר, ומתמקדים בשימוש בטכנולוגיות חדשות לתחבורה בת קיימא, נתוני עתק (Big Data), מדיה חברתית וניידות, תכן של תמריצים לשינוי התנהגותי של דפוסי נידות כבסיס לניהול ביקושים והתרומה של טכנולוגיות מידע ותקשורת להעצמת הגמישות והעמידות של מערכות תחבורה.

ד"ר מיכל ליכטר היא מומחית בתחום של עיבוד וניתוח מידע מרחבי, מערכות מידע גאוגרפיות (ממ"ג), בסיסי מידע מרחביים, ממ"ג אינטרנטי, וויזואליזציה דינמית של מידע מרחבי. מחקריה עוסקים בתהליכים המתרחשים בסביבות הפיזית והאנושית וביחסי הגומלין וההשפעות ההדדיות המתרחשים ביניהן.

ד"ר עינת מינקוב הצטרפה למחלקה למערכות מידע באוניברסיטת חיפה בשנת 2010. היא קיבלה תואר Ph.D. מהמכון לטכנולוגיות לשוניות של אוניברסיטת קרנגי מלון בארה"ב. לפני הצטרפותה לאוניברסיטת חיפה, מינקוב הייתה חברה בצוות המחקר ביחידת המחקר של נוקיה. תחומי המחקר העיקריים שלה כוללים כריית מלל, אחזור מידע וסמנטיקה.

פרופ' סילביו נוצ'רה פרופסור חבר בתחום התחבורה במחלקה לתחבורה בפקולטה לארכיטקטורה של אוניברסיטת IUAV בוונציה. הוא קיבל את ה-Ph.D. שלו בתחבורה מהאוניברסיטה הטכנולוגית של מינכן בשנת 2014, ומחזיק במינוי של מכון המדעית הלאומית של איטליה כפרופסור חבר לכלכלה יישומית. תחומי המחקר שלו כוללים ניתוח כלכלי של מערכות תחבורה, עלויות חיצוניות של תחבורה (ובפרט הערכה של מזהמים), נתוני עתק בתחבורה, שירותי תחבורה מוכוונים ביקוש, לוגיסטיקה, מערכות תחבורה תבוניות ואיכות שירות בתחבורה ציבורית.

ד"ר אלי ספרא הוא בעל תואר ד"ר מטעם הטכניון בתחום הנדסת גיאואינפורמציה ובעל תואר שני מטעם האוניברסיטה העברית במדעי המחשב. אלי עבד במחקר ופיתוח בחברת ESRI בקליפורניה ולאחר חזרתו ארצה, השתתף בהקמת מערך הממ"ג של חברת החשמל. כיום משמש כ-CTO בחברת סטיגרף, העוסקת במינוף של טכנולוגיות GIS ו-BIG DATA בתחום התחבורה.

ד"ר יגאל צ'רני מרצה בחוג לגאוגרפיה ולימודי סביבה, אוניברסיטת חיפה. תחומי המחקר שלו הם גאוגרפיה עירונית ותכנון עירוני, והממשק בין פוליטיקה, תכנון ויזמות פרטית במרחב העירוני.

פרופ' צבי קופליק הוא ראש החוג למערכות מידע באוניברסיטת חיפה. מאז הצטרפותו לאוניברסיטת חיפה ב-2004 הוא עוסק במחקר בעיקר בנושאים הקשורים להתאמה אישית של מערכות מידע למשתמשיהן וממשקי אדם מחשב חכמים.

ד"ר יודן רופא הוא מרצה בכיר לעיצוב עירוני באוניברסיטת בן-גוריון בנגב, בבית הספר הבינלאומי ללימודי מדבר ע"ש אלברט כץ, במכונים לחקר המדבר ע"ש י. בלאושוטין, ובמחלקה לגאוגרפיה ופיתוח סביבתי. רופא הוא אדריכל בעל תואר ד"ר בתכנון ערים מאוניברסיטת קליפורניה בברקלי. מחקריו עוסקים בעיצוב אורבני, מיפוי קוגניטיבי ותחושות אנשים בסביבות מגורים, תכנון ועיצוב רחובות והקשר בין תחבורה ושימושי קרקע. בעברו שימש ד"ר רופא כראש תחום תכנון אורבני במשרד הבינוי והשיכון.

פרופ' ערן רזין מהמחלקה לגאוגרפיה באוניברסיטה העברית בירושלים הוא מנהל המכון ללימודים עירוניים ואזוריים באוניברסיטה (תוכנית המוסמך בתכנון עירוני ואזורי), ראש מחקרי פלורסהיימר ומכהן בקתדרה ע"ש לאון ספרי בלימודים עירוניים. פרופ' רזין מתמחה בשלטון מקומי, תכנון ופיתוח עירוני, כולל דינמיקה מטרופוליטית.

פרופ' נעם שובל הוא פרופסור מן המניין במחלקה לגאוגרפיה באוניברסיטה העברית בירושלים. תחומי המחקר שלו מתמקדים בגאוגרפיה ותכנון עירוני, תיירות עירונית וביישום של שיטות איתור מתמקדות בתחומים שונים של מחקרי מרחבי כתיירות, לימודים עירוניים ורפואה.

איתי שור הינו סטודנט לתואר שני בחוג למדעי המחשב באוניברסיטת חיפה.

לעניין: מאמרים מדעים - עיון ומחקר

ד"ר אליהו בורוכוב כלכלן, יועץ כלכלי גימלאי, לימד באוניברסיטאות בארץ ובארה"ב. מחבר הספרים מחקרים בכלכלה עירונית: תכנון ומדיניות קרקע ו-כלכלת השילטון המקומי. לימד בתכנית לשמאות מקרקעין באוניברסיטת תל-אביב ובראשית שנות התשעים היה יו"ר האיגוד לתכנון סביבתי. elibo35@gmail.com

מדורים אחרים

פרופ' הרבי ג'ייקובס אוניברסיטת וויסקונסין, מדיסון, וויסקונסין, ארה"ב
עו"ד איריס האן, מתכנתת, חיפה.

ד"ר רחל וילקנסקי, מתכנתת, ירושלים

פרופ' אליה ורצברגר, אוניברסיטת תל-אביב

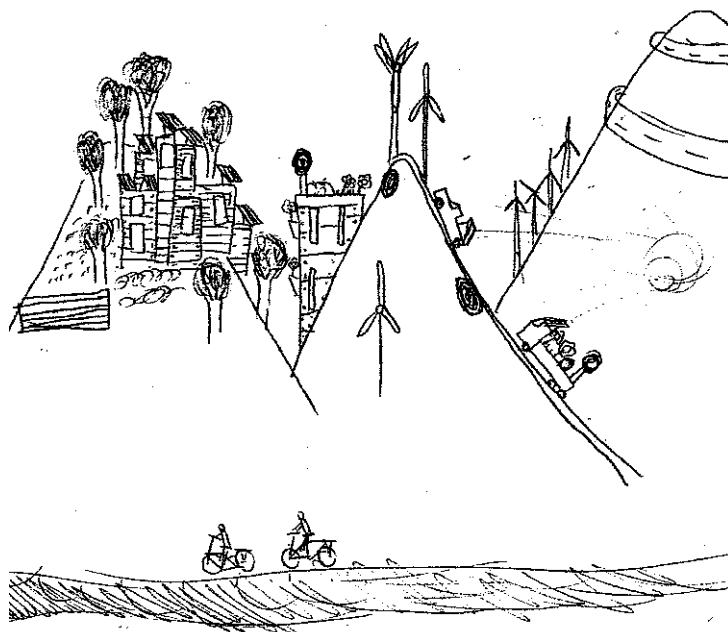
אדר' עדנה לרמן, לרמן אדריכלים, תל-אביב

פרופ' ערן פייטלסון, האוניברסיטה העברית, ירושלים

פרופ' שאול קרקובר, אוניברסיטת בן גוריון בנגב, באר שבע

Abstracts

Eliabu Borukhov Ph.D. (Johns Hopkins 1972) is an economist and retired economic consultant. He taught at universities in Israel and the USA, including the Land Appraisal Program at Tel-Aviv University. Dr. Boruchov is the author of Researches in Urban Economics: Planning and Land Policy, and The Economy of Local Government (Hebrew); in the early 1990's he was chairman of the Israeli Association for Environmental Planning.



Dr. Igal Charney, Department of Geography and Environmental Studies, University of Haifa. His major areas of research are urban geography and urban planning. The focus of his research has been the interface between politics, planning and entrepreneurship in urban settings. Recent studies have examined politics and planning in shaping high-rise development in Jerusalem, metropolitan development in Israel, interactions between planning authorities and property developers, and the motivations of newcomers to move into newly-built neighborhoods in kibbutzim.

Prof. Eran Razin, Department of Geography, the Hebrew University of Jerusalem, holds the Leon Safdie Chair in Urban Studies. He serves as the director of the Institute of Urban and Regional Studies (the urban planning program) and heads Floersheimer Studies at the Hebrew University. He specializes in the study of local government, urban planning and development, including metropolitan dynamics.



Of Interest

Refereed articles on theory, research and practice

The Population Dispersal Plan and National Population Distribution of 1963

Eliahu Boruchov

The population dispersal plan that was prepared by the Interministerial Committee in 1963 proposed focusing efforts on the urban population. It presented a policy for strengthening the development towns, especially the distant ones. The Committee's report shows awareness of the resource constraints on agricultural settlement development, and recognition that too many urban settlements, which were also too small, were founded in peripheral areas during the 1950s. The Committee proposed concentrating on reinforcing the existing cities in the years to 1970, increasing their residents to reach their target populations of 10,000 as soon as possible, and advised against establishing any new towns until the existing cities reach their minimum target populations.

Abstracts

Einat Minkov joined the Information Systems department at University of Haifa in 2010. Her Ph.D degree is from the Language Technologies Institute, Carnegie Mellon University. Before joining the University of Haifa, she was a member of the research staff at Nokia Research. Her main research interests include text mining, information retrieval and semantics.

Dr. Silvio Nocera is a tenured Assistant Professor of Transportation at the Department of Architecture and Arts of IUAV University of Venice. He received his Ph.D in Transportation from the Technical University of Munich, and is also accredited as Associate Professor of Applied Economics. His research interests span economic evaluation of transport systems, external costs of transportation, big data and transportation, demand responsive transport systems, logistics, intelligent transport systems, and transit quality.

Itay Shor is a graduate student in the Computer Science Department at the University of Haifa.

Using Cellular Data to Analyze Spatial Activity: The Case of the Tel Aviv Metropolitan CBD

Eyal Ashbal, Igal Charney and Eran Razin

In this paper we use cellular network data to examine spatial activity. So far, the majority of data on spatial activity such as commuting and travel for leisure and shopping purposes were based on census and/or survey data. Normally, data was based on a limited number of participants and the time interval between data collection and its release for research resulted in a time gap between actual identification of a phenomenon and its analysis. Using data stored in smartphones is of great potential for research and application in the planning discipline. In this paper we use data obtained from a start-up company that monitors the activity of cellular network data in Israel. This type of big data enables the identification of place-of-residence and activity patterns of smartphone users. By focusing on the metropolitan CBD of Tel Aviv, we analyze the spatial activity of visitors and provide empirical evidence for well-recognized but ill-documented processes.

Eyal Ashbel has a Ph.D in Economic Geography from the Geography Department at the Hebrew University, Jerusalem. He specializes in Integrated Land use Transportation Models, Geographic Information Systems, application of innovative technologies and Big Data for research and planning. He was formerly Chief Analyst at "Trendit". Currently he is Head of the Transportation Department at PGL Transportation Engineering and Planning Ltd.

handled, in order to ensure this arena as a credible information source of sufficient quality for decision-making processes.

This paper provides an overview of the different categories of social media, the characteristics of its content and how these characteristics are reflected in transport-related posts, and in deriving the goals for harvesting transport-related information from social media. Transport-related examples from Israeli social media sources are demonstrated in order to provide evidence for the relevancy of these insights to the local transport sector. Recent relevant literature is reviewed, and an explanatory case study focusing on Tweets posted by travelers to and from specific sports events is elaborated. The explanatory case study combines domain knowledge relevant to the transport sector with existing text mining techniques. The results demonstrate both the volume and pertinence of the information obtained.

In order to reveal the tip of the iceberg of the gaps still to be closed in order to realize the full potential of social media as an information source for improving transport planning and operation, a review of the challenges this approach holds for the transport sector is given. These include ontologies, sentiment analysis and location names. The contribution of this paper is in scoping the potential benefits and the challenges in mining social media data within the transport context, and in exploring directions for further research in this field.

Ayelet Gal-Tzur has been a researcher at the Technion's Transportation Research Institute (TRI) since 1994, and leads the mobility management research team. She is involved in applicative research projects for local transport authorities and international projects, mainly within the framework of EU research programs. Her main research interests are the use of ICT for promoting sustainable transport and innovative information sources for improving decision-making processes in transport. Gal-Tzur is also the head of the Industrial Engineering and Management department at the Ruppin academic center.

Dr. Susan Grant-Muller is a Senior Lecturer at the Institute for Transport Studies, University of Leeds. Her research is at the multidisciplinary interface between digital technologies and transport under a low carbon energy future. Her specific interests are in the role of new technologies in sustainable transport paradigms, Big Data, Social Media and Mobility, the design of Incentives Schemes for behaviourally orientated demand management, and the resilience of ICT enhanced transport.

Prof. Zvi Kopelik is the chair of the information systems department at the University of Haifa. He joined the University of Haifa in 2004 and since then his research focuses mainly on user modelling and intelligent user interfaces, using freely available information from the internet and social media, as was done in this work.

Abstracts

environment. Buildings are characterized in terms of land-use, floor-space and value. Agents are characterized in terms of income and socio-demographic attributes and are allocated to buildings. Simple behavioral rules and a dynamic house pricing system inform residential location preferences and land use change, yielding a detailed account of urban spatial and temporal dynamics. These techniques allow for the bottom-up formulation of the behavior of an entire urban system. Outputs relate to land use change, change in capital stock and socio-economic vulnerability. Delivering the data to planners and the informed public is facilitated through a dedicated dynamic mapping web site.

Daniel Felsenstein is a Professor in the Department of Geography and Director of the Center for Computational Geography, Hebrew University of Jerusalem. His research interest include economic geography, spatial econometrics and urban simulation. He serves as a consultant to the OECD in the area of local employment and economic development.

A. Yair Grinberger is a Ph.D student at the Department of Geography, the Hebrew University of Jerusalem. His research interests include spatial behavior, urban dynamics, GIS and agent-based simulation.

Dr. Michal Lichter is an expert in spatial data processing and analysis, Geographic Information Systems (GIS), Spatial Databases, Web-GIS and dynamic visualization of spatial data. Her work focuses on processes in the natural and human environments and the interactions between them.

Can We Learn Route Users' Needs from Social Media Content?

Ayelet Gal-Tsur, Zvi Kopelick, Einat Minkov, Itai Shor, Susan Grant-Muller and Silvio Nocera

Information flow plays a central role in the development of transport policy, transport planning and the effective operation of the transport system. The role of social media data as a novel source for enriching and supplementing information flow in various sectors of society is constantly growing. Consequently, its potential to broaden and improve the information required to meet the needs of transport planners, operators and policy makers has been recently investigated, and the outcomes of these initial research efforts are promising. However, many challenges stemming mainly from the unstructured nature characterizing a large portion of social media data are still to be

University. He has a M.Sc degree in Mathematics from the Urals State University, Sverdlovsk, Russia, and Ph.D. in Mathematical Biophysics from Moscow University. His main areas of research are urban and regional modeling and simulation, spatial population and system dynamics, parking and traffic safety, GIS and spatial analysis.

Dmitry Geyzersky is a Solution Architect specializing in high speed big data analysis. He is co-principal of PerformitLtd, a software company expert in database development, high-performance and cloud computing. He received his B.Sc from the Technion-Israel Institute of Technology.

Yodan Rofé is a Senior Lecturer of Urban Design at the Albert Katz International School of Desert Studies, and the Department of Geography and Environmental Development - Ben-Gurion University of the Negev. He is an architect and has a Ph.D. in City and Regional Planning from the University of California at Berkeley. His research interests include urban design, cognition and feeling in the built environment, street design, and the connection between transportation and land use. He formerly served as Head of Urban Design at Israel's Ministry of Housing.

Eli Safra is a GIS expert and a software engineer. He received his Ph.D in Geo-information Engineering from the Technion – Israel Institute of Technology and his M.Sc in Computer Science from the Hebrew University. Safra has extensive experience in GIS architecture including working at ESRI (GIS software providers), Israel's Electricity Company and now the CTO of CT-graph Ltd.

Planning Post-Disaster Urban Recovery Using Synthetic Big Data

A.Yair Grinberger, Michal Lichter and Daniel Felsenstein

This paper illustrates how synthetic big data can be generated in order to meet the planning challenges of urban recovery in the aftermath of a disaster. Small areal statistical units are decomposed into households and individuals using a GIS buildings data layer. Households and individuals are then profiled with socio-economic attributes and combined with an agent based simulation model in order to create dynamics. The resultant data is 'big' in terms of volume, variety and versatility. It allows for different layers of spatial information to be populated and embellished with synthetic attributes. The data decomposition process involves moving from a database describing only hundreds or thousands of spatial units to one containing records of millions of buildings and individuals over time.

The method is illustrated in the context of a hypothetical earthquake in downtown Jerusalem. Agents interact with each other and their built

A Spatially-Explicit Big Data application for the Computation and Evaluation of Public Transport Accessibility in Tel Aviv-Yafo

Eran Ben Elia, Itzhak Benenson, Yodan Rofo, Eli Safra and Dmitry Geyzersky

Accessibility, particularly for users of public transport, is an important consideration in sustainable mobility policies. Various accessibility measures have been suggested in the literature, most at coarse aggregate spatial resolutions of zones or neighborhoods. Based on recently available urban GIS, we suggest that accessibility can and should be measured from the viewpoint of a human being traversing the transportation network from one building as origin to another at the destination. We estimate transport accessibility by car and by public transport based on mode-specific travel times and corresponding paths, including walking and waiting, at the resolution of individual buildings. Our application utilizes graph databases and parallel computing to allow fast construction of high-resolution accessibility maps for an entire metropolitan area with its 100-1000K buildings.

The application is tested and applied in a case study involving the evaluation of the 2011 bus line reform in the city of Tel-Aviv. Specifically, we demonstrate that the reform increased both the average accessibility for the entire city and had a minor impact on its equity mainly attributed to longer trips. Still the reform increased accessibility, mainly to origins which previously had lower accessibility levels. The results further show essential dependence of accessibility estimates on spatial resolution - unless spatially explicit representation of the trip is enabled, biased estimates can arise. The new approach and fast computational method can be employed for investigating the distributional effects of transportation infrastructure investments and, further, for interactive planning and agent-based simulation of the urban transport network.

Eran Ben-Elia is a Senior Lecturer at the Department of Geography and Environmental Development at Ben-Gurion University of the Negev and Head of the GAMES (Gaming in Augmented Mobility Environments) lab. He received his Ph.D. in Transportation Science and M.Sc in Urban Planning from the Technion – Israel Institute of Technology. His research focuses on understanding human spatial mobility using serious gaming and simulations, in particular utilizing ICT and other emerging technologies to enable sustainable mobility and transportation systems in urban areas.

Itzhak Benenson is Full Professor at the Department of Geography and Human Environment, Head of the Geosimulation and Spatial Analysis Lab at Tel Aviv

Special Section:

Big Data in Urban Planning

Guest editor: *Daniel Felsenstein*

Implementing Tracking Technologies in Urban Planning

Noam Shoval and Amit Birenboim

This article presents the dramatic growth in the use of advanced tracking technologies such as Global Positioning Systems (GPS) and advanced mobile phones—known as smartphones—for academic research in the last decade, with an emphasis on geography and urban planning. Tracking technologies supply researchers and planners with continuous high resolution data in time (up to seconds) and space (up to few meters); this opens up new possibilities for basic research and applicative implementations that can assist academics, urban planners, transportation planners and other stakeholders.

The fast penetration of smartphones in recent years will have a significant impact on the way we will implement tracking technologies in the future. We discuss how these devices can be employed in research, tracking individuals in time and space and functioning as location-aware survey tools in real time, among other things. We also engage in a debate over the advantages, disadvantages, and limitations of smartphones in this context, and highlight new research trends that are beginning to appear following the introduction of smartphones.

Amit Birenboim is a Ph.D Candidate in The Department of Geography at The Hebrew University of Jerusalem. His research interests are human spatial behavior, health geographies and the implementation of tracking technologies for research in the social sciences.

Noam Shoval is a professor in the Department of Geography, The Hebrew University of Jerusalem. His main research interests are urban geography and planning, urban tourism and the implementation of advanced tracking technologies in various areas of spatial research such as tourism and urban studies and medicine.

<i>On Target</i>	Moving Planning to Finance: A Critical Discussion on the Logic Behind this Decision 117 <i>Eran Feitelson</i>
<i>Of Interest</i>	The Population Dispersal Plan and National Population Distribution of 1963 126 <i>Eliahu Boruchov</i>
<i>Law: The Last Sentence</i>	Changes in the Planning System and Courts' Involvement with Planning Institutions 135 <i>Iris Han</i>
<i>Window on the World</i>	From the Planning Bookshelf: Planning and Social Sustainability 141 <i>Elia Werczberger</i> Book Review: Megaregions as a Planning Unit 146 <i>Shaul Krakover</i>
<i>Contributors</i>	150
<i>English Abstracts</i>	160

CONTENTS

<i>From the Editor</i>	Moving the Planning System to the Finance Ministry: Is it Wise? 3 <i>E. R. Alexander</i>
<i>What's on in the IAP</i>	From the chairman 10 <i>Edna Lerman</i>
<i>In the Planning Field</i>	A Mascot for the Profession 12 <i>Harvey M. Jacobs</i>
<i>Special Section:</i>	<i>Big Data in Urban Planning</i> 14
	Introduction: Big Data for Big Urban Challenges 14 <i>Daniel Felsenstein – Guest Editor</i>
	Implementing Tracking Technologies in Urban Planning 19 <i>Noam Shoval and Amit Birenboim</i>
	A Spatially-Explicit Big Data application for the Computation and Evaluation of Public Transport Accessibility in Tel Aviv-Yafo 37 <i>Eran Ben Elia, Itzhak Benenson, Yodan Rofo, Eli Safra and Dmitry Geyzersky</i>
	Planning Post-Disaster Urban Recovery Using Synthetic Big Data 59 <i>A. Yair Grinberger, Michal Lichter and Daniel Felsenstein</i>
	Can We Learn Route Users' Needs from Social Media Content? 84 <i>Ayelet Gal-Tsur, Zvi Kopelnik, Einat Minkov, Itai Shor, Susan Grant-Muller and Silvio Nocera</i>
	Using Cellular Data to Analyze Spatial Activity: The Case of the Tel Aviv Metropolitan CBD 102 <i>Eyal Ashbal, Igal Charney and Eran Razin</i>

planning

Journal of the Israel Association of Planners | Volume 12, No.2 2015

Editor Ernest Alexander

Deputy Editor Eliahu Stern

Managing Editor Nili Shchory

Associate Editors Iris Han - The Last Sentence, What's New
Elia Werczberger - Window on the World
Baruch Kipnis - In the Planning Field
Shaul Krakower - Window on the World

Production Editor Roni Bluestein-Livnon - Graphic Design and Production

Editorial Advisory Board Merav Aharon-Guttman, *Technion, Haifa*
Nurit Alfassi, *Ben Gurion University of the Negev, Beer sheba*
Levia Appelbaum, *Geographer, Rehovot*
Naomi Carmon, *Technion Israel Institute of Technology, Haifa*
Daniel Felsenstein, *Hebrew University of Jerusalem*
Haim Fialkoff, *Haifa*
Baruch Kipnis, *Haifa University*
Shaul Krakower, *Ben-Gurion University of the Negev, Beer Sheva*
Michael Meir-Brodnitz, *Architect-planner, Haifa*
Prof. Noam Shoval, *Hebrew University of Jerusalem*

Publisher Planning (IAP) is published semi-annually by the Israel Association of Planners.
Contact: Secretary, IAP
P.O.Box 168 Kfar-Sava 44101
Tel. 972-(0)50-3445590
e-mail: igudm1@gmail.com
ISSN 1565-527X Copyright © 2015 IAP

planning

Journal of the Israel Association of Planners

Volume 12, No.2, 2015

