

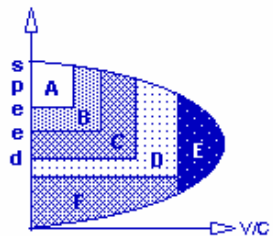


משרד התחבורה והבטיחות בדרכים  
אגף תכנון כלכלי



# זיהוי נסיעות באמצעות שינויי מיקום של טלפונים סלולריים

הצגת ממצאי סקר ארצי לניטור נסיעות לא מקומיות  
מרץ – יוני 2007  
במסגרת הכנת מודל ביקושים ארצי לנסיעות



מתת- מרכז תכנון תחבורה בע"מ

ITIS - Traffic Services Ltd

חביאר פנקס

יהושע כהן

ליאוניד חייפיץ

ביצוע הסקר:

עיבוד וניתוח:

## רקע (1)

- ❖ משרד התחבורה יזם עריכת מודל ביקושים ארצי לנסיעות, שיוסיף למידע הקיים על הנסיעות במרחבים המטרופוליניים גם מידע על הנסיעות האחרות והארוכות יותר. עריכת מודל הביקושים התמקדה, לפיכך, בנסיעות בין עירוניות ובין – אזוריות.
- ❖ המידע על נסיעות אלו לפני ביצוע הסקר הנוכחי היה לא מעודכן (מ 1996/97) ו/או חלקי.
- ❖ קשה לאתר נסיעות ארוכות בסקרי משקי בית בשל היותן נדירות יחסית, וכן בשל קושי לראיין את האוכלוסיות הרלוונטיות ביותר: חיילים, סטודנטים ונהגי רכב מסחרי. על כך נוספת בעייה של שיתוף פעולה פוחת והולך עם הזמן של משקי בית עם סקרים מסוג זה.

## רקע (2)

- ❖ **טכנולוגיה שפותחה בחברת ITIS- Traffic Services Ltd מאפשרת מעקב מתמשך אחר מיקום מינויי טלפון (של רשת אורנג') ורישום השינוי במיקומם. בדרך זו ניתן לזהות ביצוע נסיעות בין אזורי מוצא ויעד, וכן לעקוב אחרי זמני הנסיעה ומסלולה (לא באופן מפורט).**
- ❖ **בסוף שנת 2005 נבחנה באמצעות סקר מקדים ("פיילוט") האפשרות להתבסס על טכנולוגיה זו לזיהוי נסיעות בין אזורי מוצא ויעד. הסקר נערך במידגם של 917 ט"ס במשך שבועיים. הוכח שהטכנולוגיה אמינה.**
- ❖ **הסקר המוצג השתמש בטכנולוגיה זו במידגם ארצי גדול של כ 10,000 ט"ס מידי יום ובמהלך כ 4 חודשים לזיהוי נסיעות ע"פ מוצא-יעד ברחבי הארץ. נראה שזהו השימוש הראשון בעולם לעריכת סקר מוצא-יעד ארצי לנסיעות בטכנולוגיה של ניטור מיקומי טלפונים סלולריים.**

# יתרונות וחסרונות של סקר הט"ס

## יתרונות עיקריים לעומת סקרי הרגלי נסיעה "קונבנציונאליים"

- ניתן לקבל מידע רב ביותר על יצירה ומשיכה של נסיעות לפי אזורי מוצא-יעד בתקופות יום ושבוע, וללא הטיות הנובעות מהתעלמות מחיילים וסטודנטים, ומשיכחה וחוסר שיתוף פעולה של מרואיינים.
- ניתן לבחון שרשור נסיעות יומי ואף שבועי, ולבנות על פי מידע זה מודל סיורים.

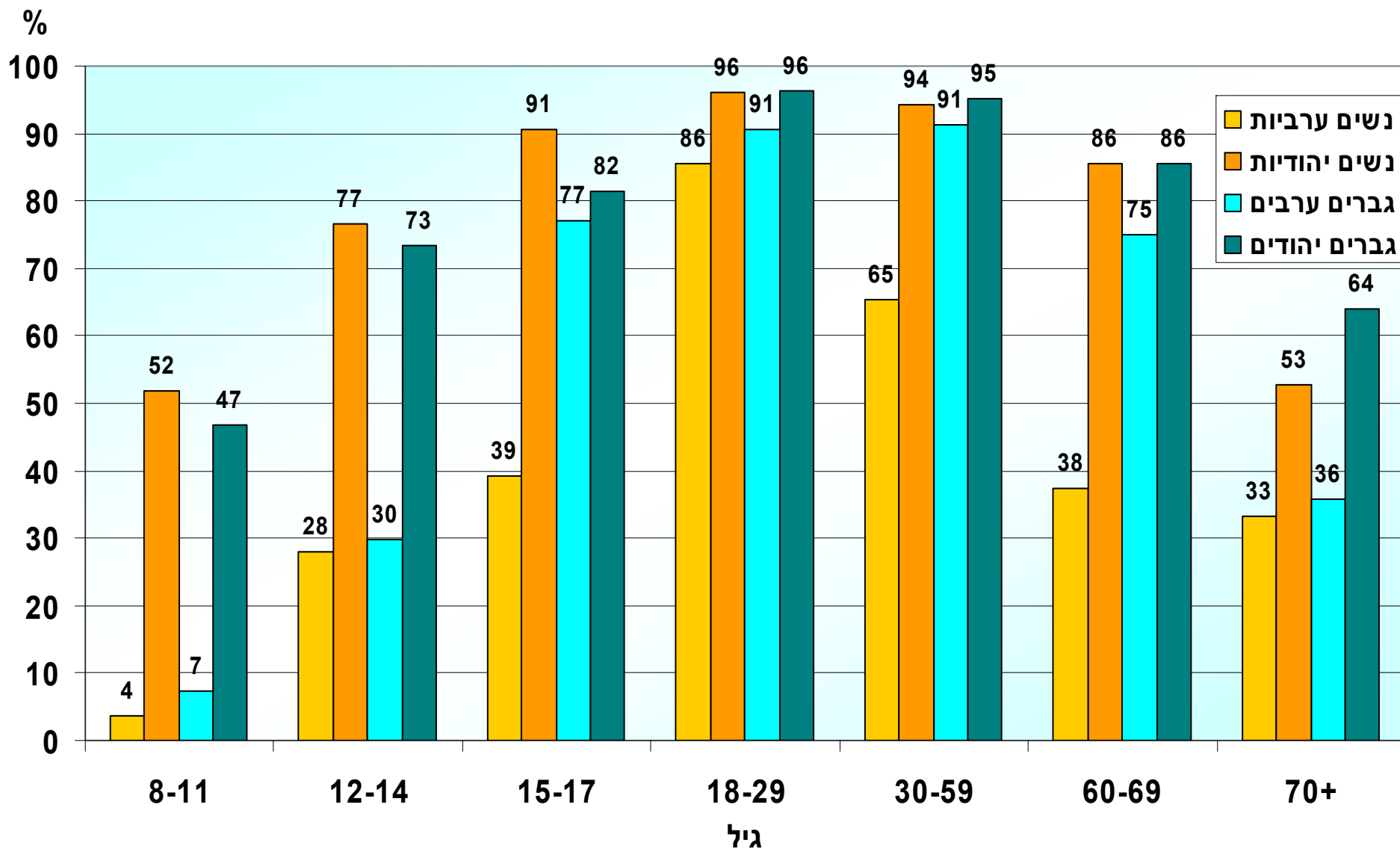
## חסרונות עיקריים לעומת סקרי הרגלי נסיעה "קונבנציונאליים"

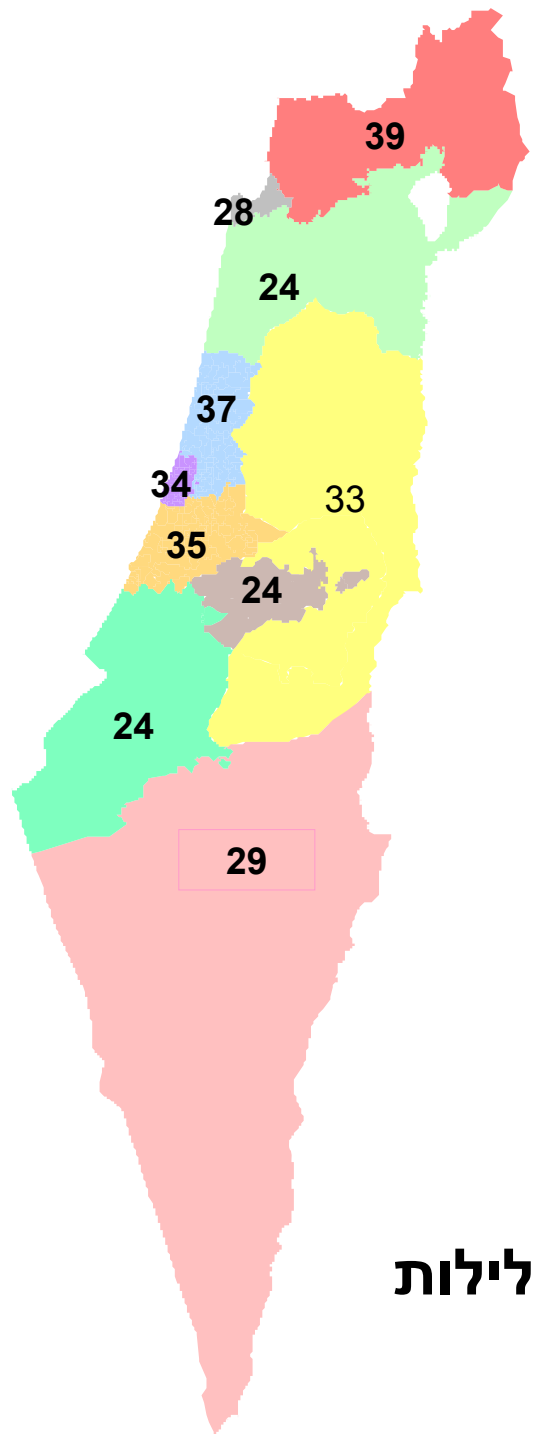
- לא ניתן לקבוע בוודאות את אמצעי הנסיעה (אם כי במקרים רבים ניתן לקבוע זאת בסבירות גבוהה).
- אין נתונים על מאפייני הנוסע (כגון גיל, עיסוק, זמינות רכב פרטי) ועל מאפייני הנסיעה (כגון: מטרתה).

## היקף והרגלי השימוש בטלפונים סלולריים

- ✓ הבסיס לשימוש בטכנולוגיה הסלולרית היא תפוצתו הרבה של הט"ס בארץ.
- ✓ בסקר שנערך במאי 2007 ע"י חברת "דחף" (כרקע לסקר הנסיעות ע"פ ט"ס) נמצא שלרשות 83% מגילאי +8 בארץ יש ט"ס אחד או יותר (87% בסקטור היהודי, 68% בערבי).
- ✓ הסקר הקיף 1,201 משקי בית, ומצא שבגילים 18-60 יש בממוצע ארצי ט"ס אחד או יותר ל 95% מהגברים ול 91% מהנשים. כמו כן נמצא שיש ט"ס ל 95% מהעובדים, 99% מהעובדים ולומדים, 93% מהסטודנטים ו 100% מהחיילים. לתשיעית ממחזיקי הט"ס יש יותר מט"ס אחד.
- ✓ הט"ס נישא כמעט תמיד ע"י המשתמשים בו ודולק. הוא נלקח ב 97% מהנסיעות הבין-עירוניות ודלוק באופן מלא או חלקי ב 97% מהמקרים בהם הוא נלקח.

# שיעור המשתמשים בטלפונים סלולריים ע"פ גיל, מין וסקטור





## חלקה של אורנג' מכלל הט"ס לפי אזור-על

39.2	גליל עליון
27.5	חיפה
24.1	גליל תחתון ועמקים
37.0	מחוז מרכז - החלק הצפוני
34.8	מחוז מרכז - החלק הדרומי
34.2	גוש דן
33.3	יהודה ושומרון
24.4	ירושלים
23.8	דרום ישראל
29.2	באר שבע ודרום הנגב

כתובת נידגם הוערכה לפי מיקומו במרבית הלילות

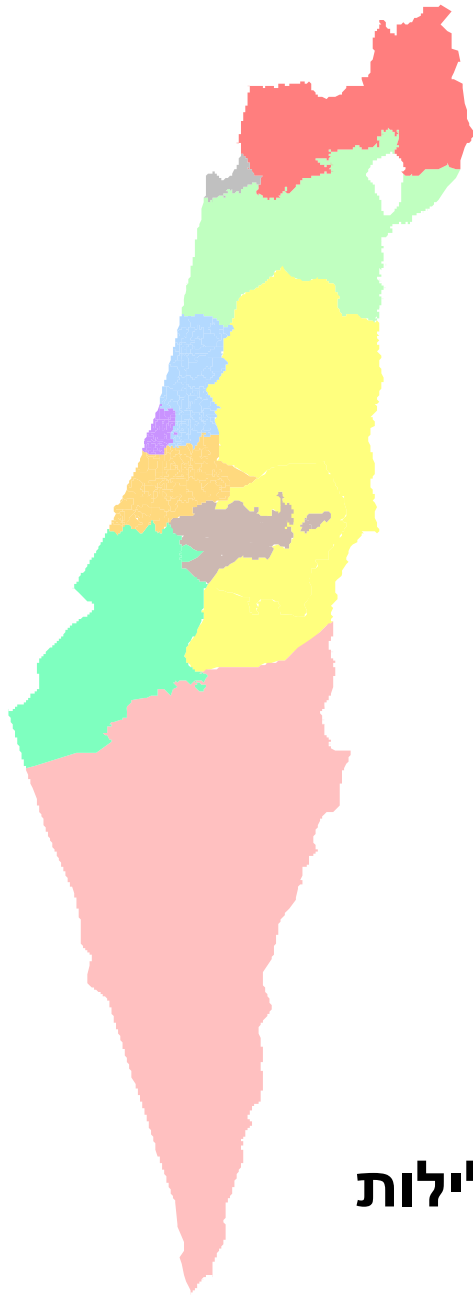
# היקף ועיתוי הדגימה

- הסקר כלל 16 מדגמים אקראיים של כ 10,200 מבין 2.6 מליון מינויי "אורנג". המידגמים התחלפו אחת לשבוע.
- הסקר התחיל ב 7.3.07 והסתיים ב 2.7.07- בסה"כ 116 ימים.
- עקב תקלות שונות, בעיקר בסופי שבוע, נרשם מידע רק ב 88% מזמן זה.
- התקבל מידע בפועל בהיקף של 1.04 מליון ימי אדם – פי 7 ביחס לסקר הרגלי נסיעה מ 1996/97.
- נרשמו בממוצע 76 מיקומים לט"ס ביום (בין מיקומים בודדים למאות רבות בהתאם לפעילות הט"ס), ובסה"כ 79.2 מליון מיקומים.
- הסקר נערך ברובו בתקופת עבודה ולימודים, למעט סוף יוני, וכלל ימים "מיוחדים": חגים, חו"מ פסח, יום המימונה, ל"ג בעומר, יום ירושלים.



# שיטת רישום מיקום ט"ס

- ❖ רישום מתאפשר כאשר הטלפון דולק, וגם כאשר אין מתבצעת בו שיחה.
- ❖ כאשר הטלפון נמצא ללא תזוזה- נרשם אחת לשעתיים הנ.צ של האנטנה המכסה אותו.
- ❖ כאשר הטלפון נמצא בתזוזה נרשם עיתוי כניסתו לתחום כיסוי של כל אנטנה. במהלך נסיעה ארוכה מתקבל רצף אנטנות כנ"ל, מהן ניתן להתוות את מסלול הנסיעה. קצב תחלופת האנטנות תלוי במהירות הנסיעה ובפריסת האנטנות.
- ❖ כאשר מתבצעת שיחה גדלה תדירות הרישום, לרבות רישומים חוזרים של אותה אנטנה.
- ❖ ל"אורנג' " 2,297 אנטנות הפרוסות ברחבי הארץ, בצפיפות המתואמת עם צפיפות האוכלוסייה והפעילות בכל אזור. בממוצע יש 3.9 אנטנות לכל אזור תנועה (הארץ מחולקת במודל ל 585 אזורים)
- ❖ כל רישום כולל: מס' זיהוי של הט"ס, תאריך ושעה, נ.צ של האנטנה וזווית קליטה.



**התפלגות ימי הדגימה בפריסה לאזורי על**  
**(בהשוואה להתפלגות הארצית של גילאי 75-10) %**

גליל עליון	6.8	(9.3)
חיפה	7.1	(6.8)
גליל תחתון ועמקים	9.3	(13.2)
מחוז מרכז - החלק הצפוני	18.2	(16.3)
מחוז מרכז - החלק הדרומי	14.5	(14.0)
גוש דן	16.5	(14.8)
יהודה ושומרון	5.3	(2.3)
ירושלים	11.3	(11.9)
דרום ישראל	5.6	(5.7)
באר שבע ודרום הנגב	5.3	(5.7)

**כתובת נידגם הוערכה לפי מיקומו במרבית הלילות**

## עיבוד הנתונים הבסיסי

- ❖ נופו רשומות של מיקומים זהים תכופים.
- ❖ נופו רשומות של תזוזות תכופות בין אנטנות סמוכות.
- ❖ אותרו ונופו תזוזות לא סבירות בין אנטנות לא סמוכות.
- ❖ נופו ימים בהם היו תקלות ברישום.
- ❖ נבנה יומן נסיעות שבועי לכל ט"ס. כל נסיעה נרשמה על פי נ.צ המוצא והיעד.
- ❖ נערך תרגום גיאוגרפי של הנסיעות למונחי 585 אזורי התנועה הארציים. סיום נסיעה הוגדר כאשר נקטע רצף הנ.צ ל 20 דקות באזור תנועה אחד (לרוב לזמן ארוך בהרבה)
- ❖ נמחקו כל הנסיעות הפנימיות בתוך 585 אזורי התנועה.

# ניפוח לכלל האוכלוסיה

- הוערך מקום המגורים בפועל של כל בעל ט"ס לפי המקום בו הוא שוהה במרבית הלילות.
- נאמד מקדם ניפוח לכלל ט"ס לאמידת התנועה היומית/ שעתית של כלל האוכלוסייה. מקדם הניפוח נקבע לפי היחס שבין אוכלוסיית כל אזור תנועה (בני 8+) למספר ימי הט"ס המצטברים ששויכו לאזור, וסוג היום הנבדק. **הניפוח נעזר באומדני אוכלוסיה והרכב הגילים ברמת אזורי התנועה הארציים שעודכנו למאי 2007.**
- מקדמי הניפוח נעו בין 5-20 לימי חול, וכצפוי לפי סקר "דחף" היו כפולים, בערך בסקטור הערבי ביחס ליהודי.
- התוצאות הוכפלו ב 1.064, כביטוי למקרים בהם הטלפון נשכח בבית, כבוי כל הנסיעה וכו'- ע"פ תוצאות סקר "דחף".

# עיבודים וניתוחים עיקריים שנערכו

הימים בהם נערך הסקר מופו לפי סוגי ימים:

- א'-ה' (ובחלק מהעיבודים נבדק יום א' בנפרד)
- ו' (ללא ערבי חג)
- שבת (ללא חגים)
- ימים מיוחדים: חגים וערבי חגים, חו"מ פסח ועוד.

נבדק היקף הנסיעות הכולל בממוצע לכל סוג יום וכן ע"פ אזורי מוצא ויעד.

הנסיעות נותחו לפי אורכן.

זהו 3 סוגים של "סיורים" – שרשרות של נסיעות. הפשוט בהם הוא מהבית ליעד כלשהו וחזקה.

נבנו טמ"י ל 10 תקופות יום בכל סוג יום:

0-5    5-7    7-9    9-10    10-12    ○  
12-15    15-17    17-19    19-21    21-00    ○

טמ"י אלו נבנו לפי שעת היציאה של הנסיעה, ואולם נערכו ניתוחים גם לפי שעת ההגעה ליעד.

# מבחנים ובקורות

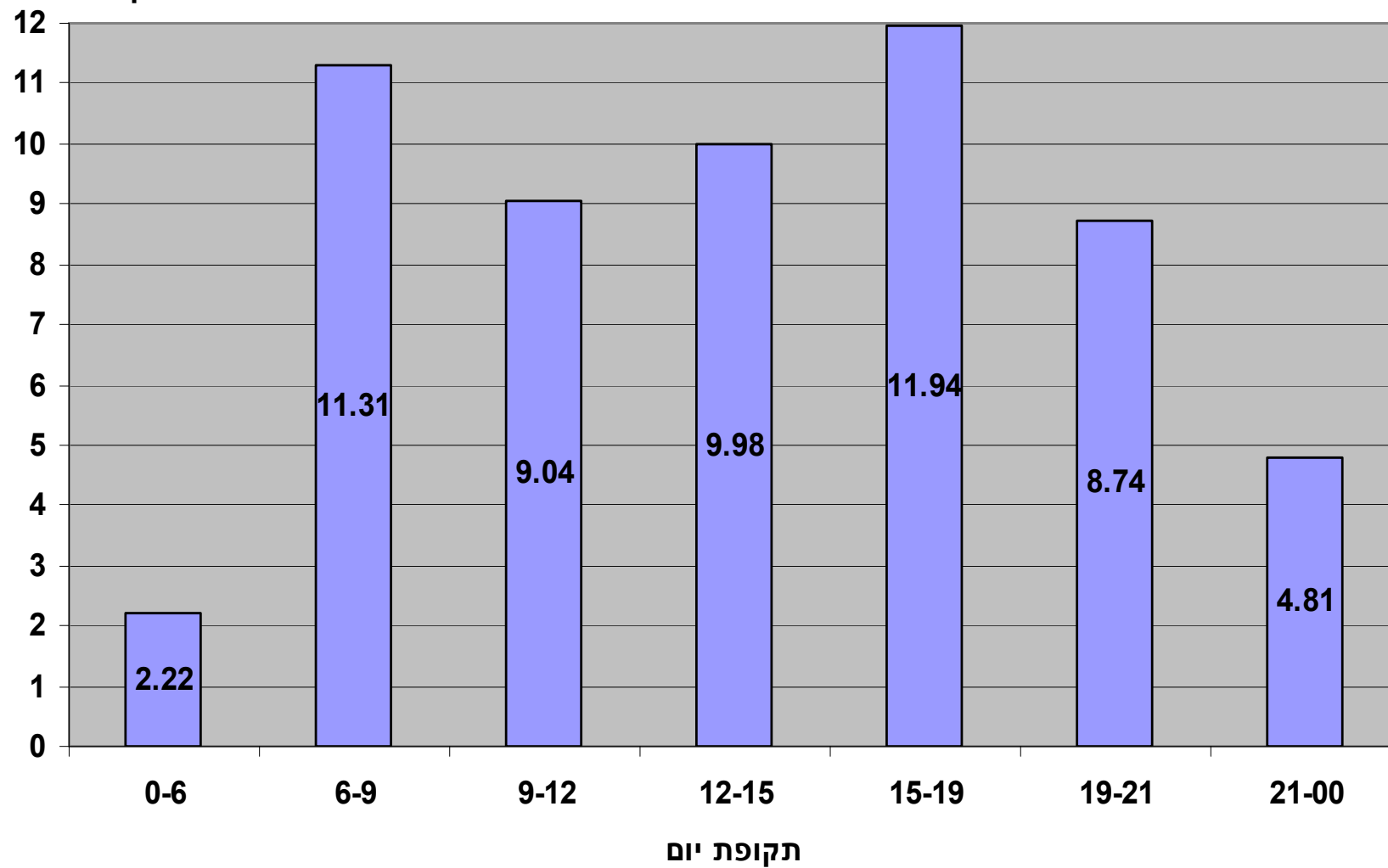
- ◀ חושבה מהירות כל נסיעה ע"פ מוצאה ויעדה ולו"ז שלה. החישוב סייע למחוק תזוזות (בעיקר קצרות) במהירות גבוהה מהאפשרית. נותרה בעיה של נסיעות מתמשכות מידי, לכאורה (מהירות קטנה מהסביר). נסיעות אלו לא נמחקו. נראה שהדבר נובע מהעדר מידע המאפשר זיהוי נכון של שעת היציאה.
- ◀ נבדקה יציבות 16 המדגמים מבחינת היקף הנסיעות ופילוגן המרחבי. חושבו סטיות התקן של המדגמים מהממוצע הכולל, ונערכו מבחני חי-בריבוע להתפלגויות (לטבלת מוצא-יעד ברמת 33 אזורים ראשיים).
- ◀ נבחנה סבירות: היקף הנסיעות לפי סוגי ימים, התפלגות אורכן, השוני בין הימים השונים והשעות, **שיחזור ק"מ- הנוסע הארצי.**
- ◀ נערכו השוואות לסקר הרגלי הנסיעה של הלמ"ס.
- ◀ טמ"י לשתי תקופות יום הוצבה על רשת הדרכים נבחנה ראשונית ההתאמה לתנועה בחייצים וחגורות ארציים.

## ממצאים כלליים

- נמצא שבימים א'-ה' מתבצעות ברחבי הארץ כ-12 מיליון נסיעות לא מקומיות, מהן 5.4 מיליון נסיעות באורך הגדול מ-10 ק"מ, שתאורן בסקר אמין יחסית. בימי שישי פוחת היקף הנסיעות ל-7.7 מיליון ובשבתות ל-6.0 מיליון.
- האורך הממוצע של הנסיעות בשבוע הוא 17.7 ק"מ. אורך כ-55% מהנסיעות הלא מקומיות קצר מ-10 ק"מ ואילו כ-2% מהנסיעות ארוכות מ-100 ק"מ. בשבתות שיעור הנסיעות הארוכות גבוה יותר.
- מספר הנסיעות הבין עירוניות לנפש נמצא גבוה בכ **38%** ביחס לסקר הרגלי הנסיעה מ 1996/97.
- יצירת הנסיעות הלא מקומיות השעתית בין 6 בבוקר ל 7 בערב כמעט ואינה משתנה.

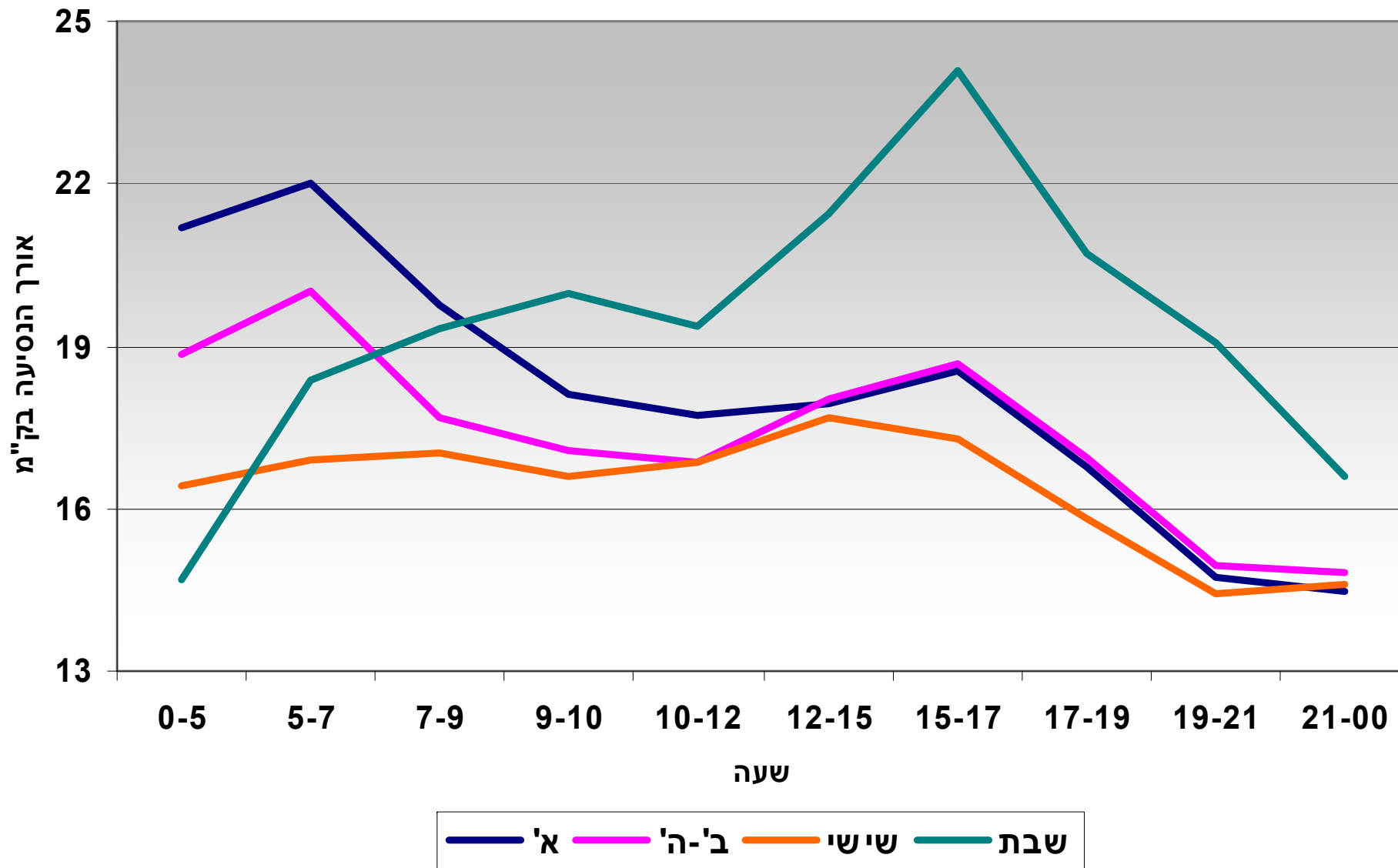
## ק"מ נוסע לא מקומי בממוצע לשעה לפי תקופת יום בימים א'-ה' - 2007

מליוני ק"מ-נוסע בשעה

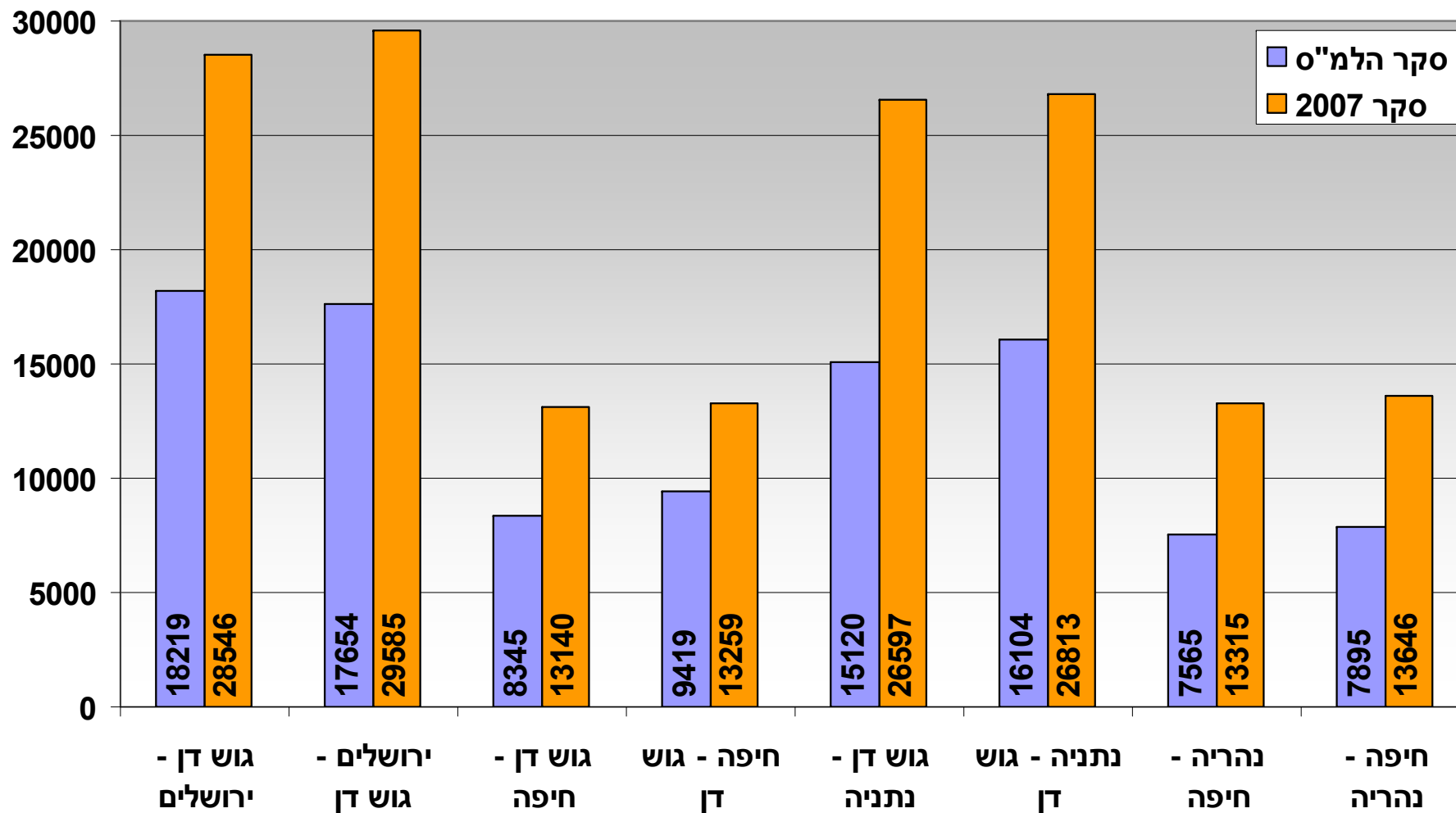




# אורך נסיעה ממוצעת לפי סוג יום ותקופת יום



# השוואת סקר ט"ס 2007 ביחס לנתוני סקר הרגלי נסיעה 1996/97



# השימוש בממצאי הסקר

- נתוני הסקר שימשו בסיס למודל נסיעות ארצי מבוסס סיורים, ממנו ניתן לגזור גם מטריצות נסיעות שעתיות בתקופות יום רבות.
- היקף הנסיעות הבין-עירוניות ע"פ הסקר יכול לשמש גם ישירות לצורך תכנון תח"צ, במיוחד מסילתית, וכדוגמא הוא משמש כעת כבסיס לבחינת הביקושים לרכבת בקו A1.
- חקירת ביקושים לנסיעות וקשרים אזוריים: הסקר מאפשר חקירה של הרגלי יוממות (ברמה "טכנית"), קשרים בין-אזוריים, תכונות של "גרביטציה" בפילוג הנסיעות הארצי, מיפוי הביקוש ע"פ תקופות יום ושבוע ועוד.

# הערכת הסקר

- הסקר מהווה חידוש בשיטות איסוף המידע התחבורתי בארץ, ונראה שהוא גם ראשון בעולם בהיקפו ככל שמדובר בזיהוי נסיעות לפי מוצא-יעד בטכניקה הסלולרית, והראשון המציג בדרך זו תמונה ארצית מקיפה של נסיעות.
- הסקר מאפשר לראשונה לקבל תמונה אמינה על היקף הנסיעות הבין-עירוניות.
- הסקר מאפשר לראשונה להכיר את היקף ופילוג הנסיעות בארץ לפי אזורי מוצא-יעד גם בימי שישי ושבת, בחגים, וכן בכל תקופות היממה.
- מגבלות הסקר: לא ניתן לקבוע על פיו במדוייק משכי נסיעות ואמצעי נסיעה, ולקשור בין תכונות הנוסע לנסיעה ומאפייניה. מסיבות אלו ואחרות השיטה אינה מבטלת את הצורך לבצע גם סקרי הרגלי נסיעה "קונבנציונאליים".

# המלצות

- ❖ **ממצאי הסקר יכולים וצריכים להזין מחקרים ועיבודים רבים נוספים, והמתואר במצגת זו כולל רק ניתוח ראשוני ובסיסי של המידע העצום שנאסף.**
- ❖ **בדרגת הפיתוח הנוכחית השיטה מתאימה לזיהוי ולניתוח נסיעות בין אזורים ובין עירוניות בעיקר. יש מקום לשיפור טכנולוגי של מערך הניטור הסלולרי, במיוחד בתחום הדיוק באיתור הגיאוגרפי בכל עת של הטלפון, כך שאמצעי זה יוכל לשמש גם לאיסוף מידע על נסיעות קצרות, וכן לשמש בו בזמן כאמצעי לניטור זמני הנסיעה.**
- ❖ **חרף האמור לעיל מתקבלת מהסקר ברמת הדיוק הנוכחית של הרישומים תמונה מקיפה של מערך הנסיעות הלא מקומיות בארץ. מומלץ לחזור על הסקר הנוכחי בתדירות של אחת לשלוש שנים, ללימוד השינויים בהיקף הנסיעות ובמאפיינים הכלליים שלהן מבחינת עיתוי, אורך ועוד.**