



Progressive Economists Program

תחבורה ציבורית לפי דרישה

Demand Responsive Transport

**סקירה התחום והצגת מודל כלכלי להפעלת תחבורה
ציבורית גמישה עבור יוממי הר חוצבים**

15.6.2016

יובל פישר, לורי כנען, ימימה שוורץ ועידו לויטה
מנחים: רון אייפר ויובל כרם

תחבורה ציבורית לפי דרישה מאפשרת גמישות במספר היבטים

התאמת המענה לדרישה מאפשרת גמישות בהפעלת השירות בהיבטים הבאים:

צי כלי הרכב

הפעלת כלי רכב קטנים
וחסכוניים יותר

זמני הפעלת השירות

יציאת כלי רכב רק אם
מתקבלת דרישה

פריסה גיאוגרפית

התאמת מרחב הפעלת
השירות (שכונה מסוימת)

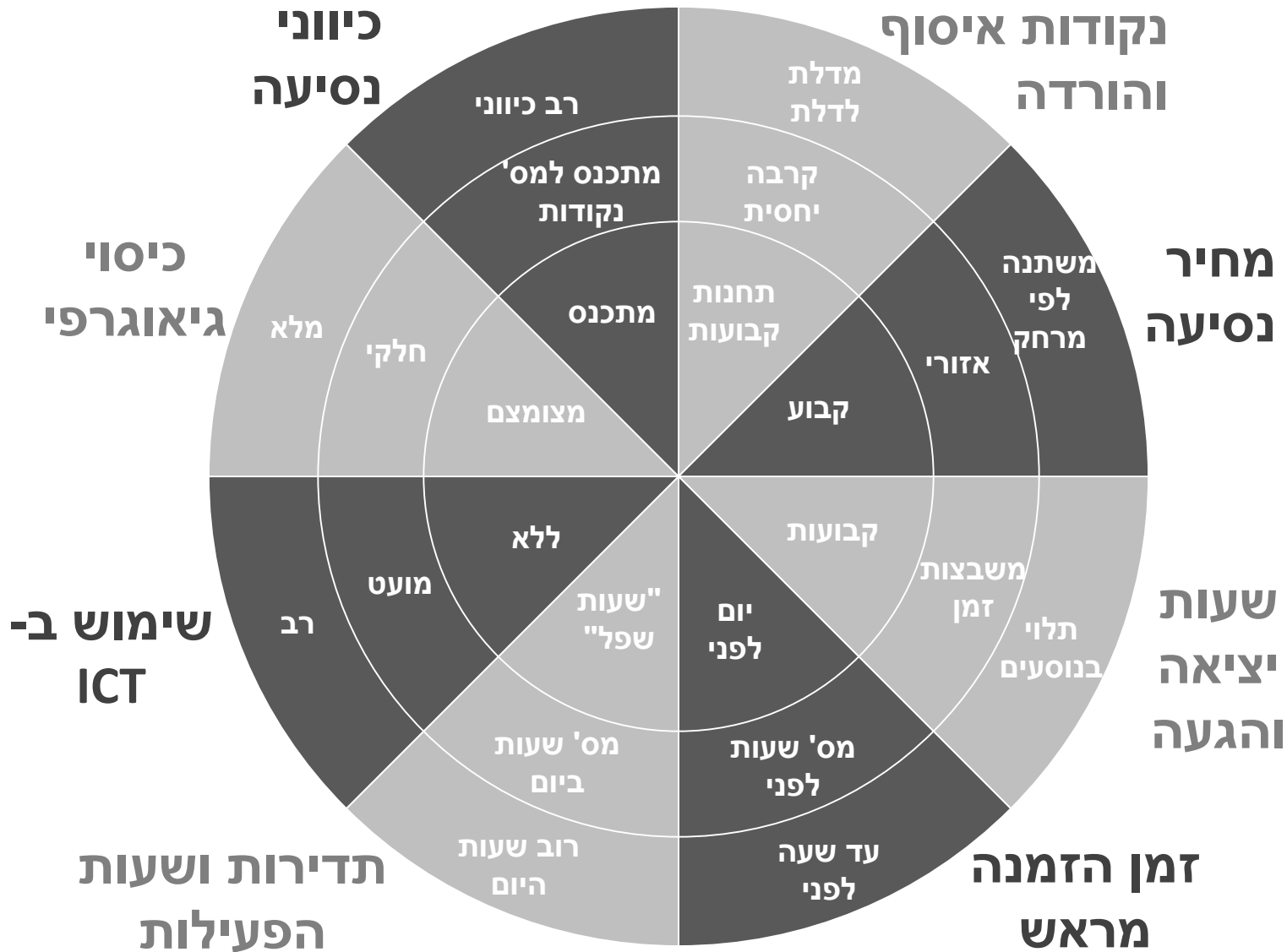
התאמה לבעלי מוגבלויות

פריסת נקודות האיסוף
וההורדה באופן מותאם

היסטורית, שירותי תחבורה ציבורית לפי דרישה קיימים במתארי הפעלה שונים כבר משנות ה-60, כאשר בעבר הם נתנו מענה בעיקר לאזורים מרוחקים עם ביקוש נמוך, קשישים ואנשים עם מוגבלויות.

משנות התשעים, עם התפתחות הטכנולוגיה, מתארי הפעלה שנועדו להשלים את התחבורה ציבורית הקונבנציונלית ולהזין אותה לטובת כלל האוכלוסייה הפכו ליותר ויותר נפוצים.

- [Brake, J', Nelson J' d' & Wright, S' \(2004\). Demand responsive transport: towards the emergence of a new market segment, Journal of Transport Geography, 12, pp. 323–337](#)
- [An introduction to Demand Responsive Transport as a Mobility Solution in an Ageing Society, ActiveAge Research paper.](#)
- [The Role of Intelligent Transport Systems for Demand Responsive Transport, chapter 10](#)



מחווון לאפיון גמישות השירות - דוגמא

ככל שמתקדמים לעבר המעגל החיצוני רמת הגמישות עולה



מבוסס על:

Elodie Castex. Le Transport A la Demande (TAD) en France : de l'état des lieux à l'anticipation. Modélisation des caractéristiques fonctionnelles des TAD pour développer les modes exibles de demain. Géographie. Université d'Avignon, 2007. Français.

שירות DRT כפיתרון לאוכלוסיות הקשישים ובעלי המוגבלויות

כלי רכב מותאמים, דגש על גמישות במובן נקודות האיסוף וההורדה

צורכי החברה

דאגה לאזרחים החלשים – לקיחת אחריות חברתית על אוכלוסיה בעלת מאפיינים ייחודיים

מניעת ניתוק אוכלוסיות אלו משאר החברה

צורכי הנוסע הפרטי

כלי הרכב הרגילים לא נגישים לבעלי מוגבלויות רבים

מרחקי ההליכה גדולים בין תחנות ליעד (בית, עבודה, שירותים חברתיים)

מודלים המדגישים גמישות במרחב השירות – נקודות איסוף והורדה רבות יותר/בבתי הנוסעים שימוש ברכבים מותאמים לכיסאות גלגלים, בעלי רמפות ו/או תקרה נמוכה וממועטי מכשולים

המודל השבדי

שלושה רבדים של תחבורה ציבורית בכל המדינה, המדגישים רמות שונות של גמישות אוטונומיה לרשויות המקומיות בהחלטה על מתארי ההפעלה



תחבורה ציבורית קונבנציונלית

- מסלולים קשיחים בלבד
- אוטובוסים נמוכים (בין-עירוניים)

שירותי תחבורה גמישים למחצה/גמישים



- מסלולים קשיחים
- מסלולים קשיחים עם אפשרות לסטיות לפי דרישה
- קווים גמישים (רק מוצא/יעד סופי) ואיסוף לפי דרישה בנקודות מפגש המרוחקות זו מזו פחות מתחנות רגילות (אפשרות גם ל: door-to-door אם הנוסע זכאי לשירותי תחבורה מיוחדים - STS)

שירותי תחבורה מיוחדים (Special Transport Services)



- לזכאים בלבד (~5% מהאוכלוסיה, בעיקר קשישים; נקבע ע"י הרשויות המקומיות)
- Door-to-door
- קיימת חובה חוקית על הרשויות המקומיות להפעלת השירות

תחבורה לפי דרישה לקשישים ובעלי מוגבלויות

הנגשת כלי הרכב ונק' האיסוף וההורדה, עלות גבוהה ומתאר הפעלה ציבורי

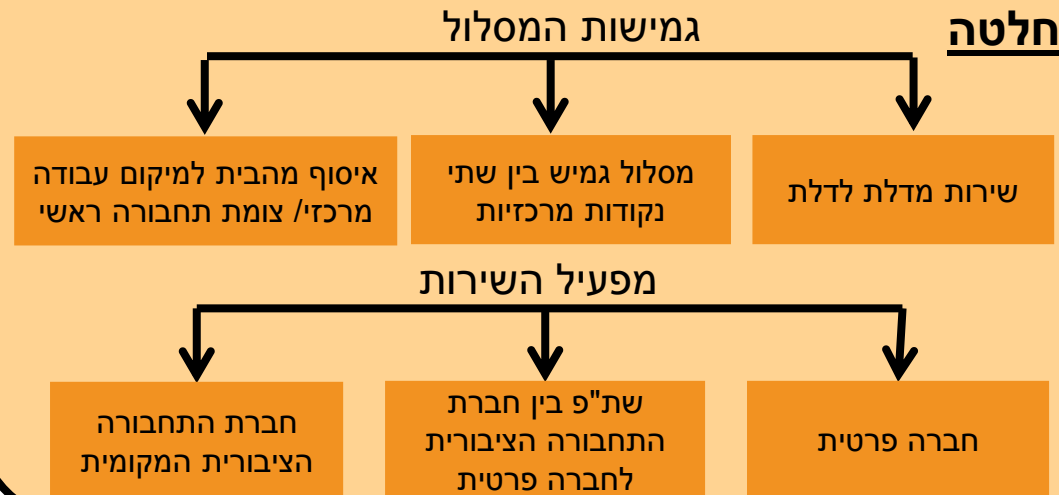
תובנות

1. הפעלה ציבורית - על ידי המדינה או השלטון המקומי (ביטוי ללקיחת אחריות ציבורית לאוכלוסיות אלו)
2. גמישות מרחבית - בעיקר בהיבטי נקודות האיסוף וההורדה
3. עלויות הפעלה גבוהות שלא מתקזזות עם ההכנסה מהשירות (סובסידיה ציבורית גבוהה)
4. הפעלה במרחב שבטוח בין נקודות מרכזיות לאוכלוסיות אלו (בתי חולים, מרפאות, מרכזי קניות)

תועלות (פרטיות וחברתיות) מהשירות:

1. לרוב, שביעות רצון גבוהה בקרב משתמשי השירות.
2. מאפשר לאוכלוסיות היעד לקחת חלק ביומיום החברתי
3. משרת ערך חברתי - דאגה לאוכלוסיות חלשות והגברת הסולידריות החברתית

הבדלים מרכזיים בין המודלים רצף אפשרויות לקבלת החלטה



האתגר: תחבורה ציבורית במקומות עם צפיפות אוכלוסייה נמוכה

המגורים באיזור פרברי מאופיינים בנסיעות רבות בשל המרחק הגיאוגרפי בין המרכזים השונים

צורכי החברה

ניצול יעיל יותר של כספי ציבור המושקעים בתחבורה ציבורית

חיבור תושבי הפריפריה לערים

צורכי הנוסע הפרטי

התמודדות עם המסלולים המפותלים של התחבורה הציבורית המסורתית.

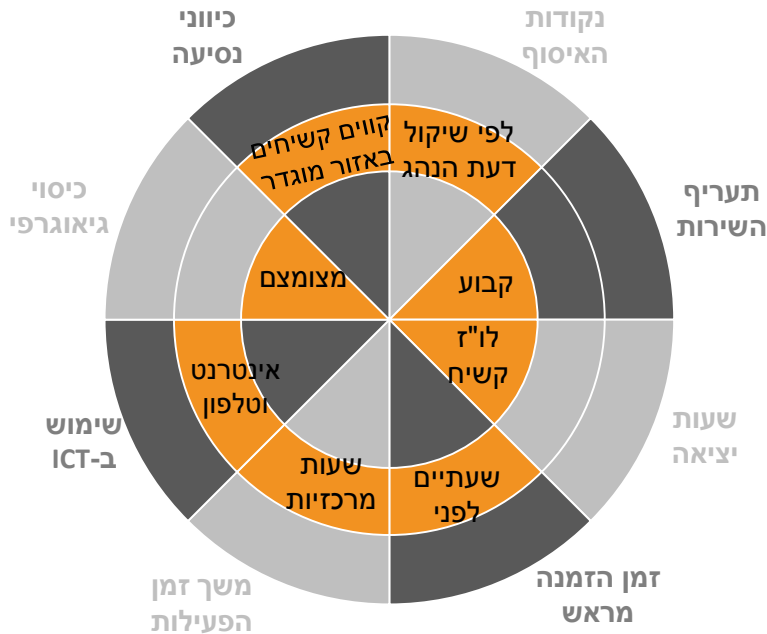
תדירות המאפשרת הסתמכות על תחבורה ציבורית כאפשרות להתנייד בשעת הצורך.

התמודדות עם חוסר הנוחות של תחבורה ציבורית בשל המרחק של התחנות מנקודות המוצא והיעד.

מודלים שבהם מסלול הנסיעה ישיר יותר, וזמן הנסיעה קצר יחסית. היעילות מושגת על ידי מתן שירות לאנשים הזקוקים לשירות באותו זמן, וללא השקעת משאבים במקומות שבהם לא נדרש שירות בנקודת הזמן המדוברת.

DART: Demand Area Responsive Transportation

מסלול קבוע, סטיות לפי ביקוש בתחום מוגדר סביב מסלול הקו או חלקו, אפשרות תנועה בתוך הפרברים. מחוז קינג, מדינת וושינגטון ארה"ב



המודל:

- טרנזיטים שנוסעים במסלול קבוע וישיר יחסית
- סטיות מן המסלול הקשיח על פי דרישה
- הגבלה של אזור הסטייה לאורך הקו
- הגבלת מספר הסטיות המותרות בנסיעה
- במידה ויש עודף סטיות לביקוש, כל הקודם זוכה

חלופות הקו השונות משרתות הרבה אנשים, כך שאפשר להעלות את התדירות



המסלול הקשיח לא כולל כניסה ויציאה קבועה למקומות עם ביקוש נמוך, דבר שמקצר את זמן הנסיעה.



939,664 משתמשים בשנה, עלות הפעלה של נסיעה: \$8.34.



עלות הפעלה: \$7,839,817, פדיון \$266,612 במזומן. יש לקחת בחשבון שחלק מהתשלום נעשה באמצעות כרטיס חכם. (2012). השירות ממומן על ידי סבסוד של המועצה.



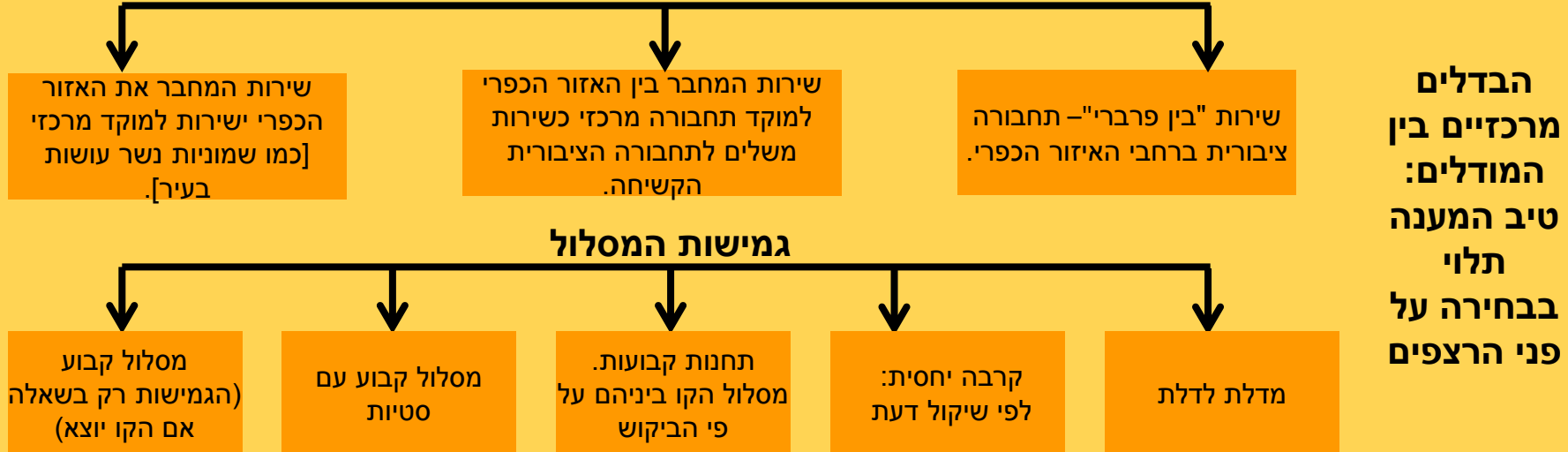
שירות DRT כמענה באזורים כפריים ופרבריים

תובנות מסקנות וחסימים העולים מן ההשוואה של חמשת המודלים שנסקרו

תובנות

1. שימוש יעיל יותר בכספי ציבור: נדרשת מעורבות ציבורית בהקמת השירות ובסבסודו, אך זו נותנת לנוסעים מענה איכותי יותר בעלות דומה או נמוכה יותר מזו של השירותים המסורתיים
2. לוחות זמנים קשיחים, בעלי תדירות גבוהה יותר ביחס לתחבורה המסורתית באזורים כאלה
3. ככלל, מספר המשתמשים עולה ככל שהשירות פועל יותר זמן
4. רוב שירותי התחבורה לפי דרישה בעולם נותנים מענה לאזורים כפריים ופרבריים
5. הפעלת השירות לא מותנית בטכנולוגיה מתחכמת.

תחבורה פנימית או חיצונית?



נסיעה בזמנים קבועים יחסית, ממקום המגורים למקום העבודה או הלימודים.
דרישה לנסיעה איכותית, עקב שכיחותה היומיומית.

צורכי החברה

צמצום פקקי תנועה

צמצום פליטת זיהום אוויר

חיסכון במשאבים (מקומות חניה,
כלי רכב)

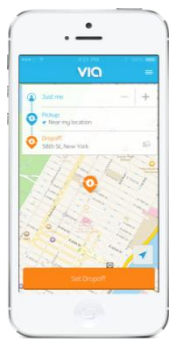
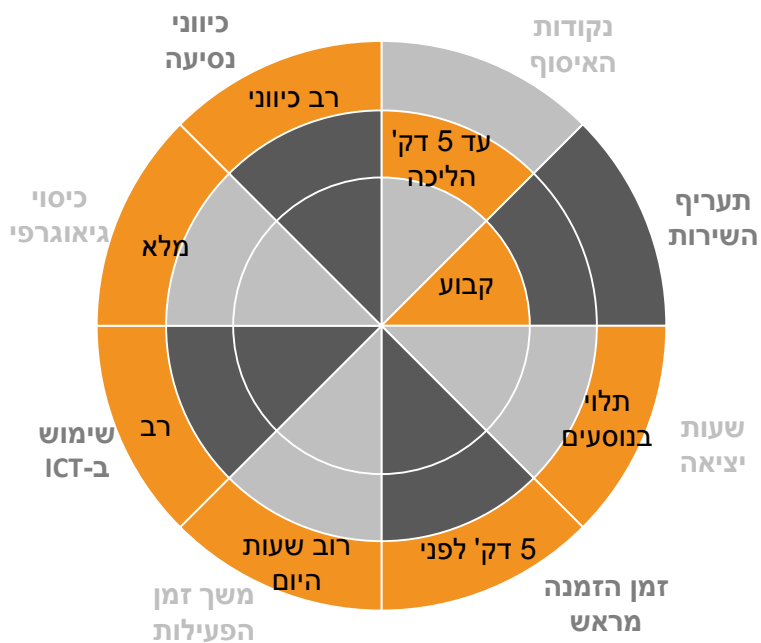
צורכי הנוסע הפרטי

נוחות - הימנעות מהחלפה מרובה
בין אמצעי תחבורה ציבורית,
הגוזלת זמן ויוצרת מועקה

הוזלת עלויות נסיעה וחניה במכונית
פרטית

הפחתת השימוש ברכבים פרטיים

מודלים המציעים שירות זול יותר מנסיעה במכונית פרטית, ונוח ומהיר יותר מנסיעה בתחבורה ציבורית אחרת
שימוש בכלי רכב שגודלו מתאים לביקוש, חיבור בין נוסעים בעלי מסלול מבוקש דומה וגמישות רבה יחסית מבחינת שעות הפעילות ומיקום התחנות



מערכת ההפעלה מאפשרת למשתמשיה להזמין באופן ספונטני נסיעה נוחה ומהירה מכל נקודת מוצא לכל נקודת יעד בעיר, לאורך רוב שעות היום, דרך אפליקציה במכשיר הסלולארי. האפליקציה תשלח למשתמש תוך מספר דקות, את נקודת האיסוף וההורדה (צומת במרחק של עד 5 דק' הליכה) ותגבה ממנו מחיר קבוע של 5 דולר בגין הנסיעה.

הצלחתה של VIA נובעת מעיקרון של "יתרון לגודל" – עקב העובדה שהיא פועלת בתחום של נסיעות עם נקודות מוצא ויעד משתנות, ככל שיותר אנשים משתמשים במערכת, כך "דומות" הנסיעות גדלה, ואורך הנסיעה מתקצר.

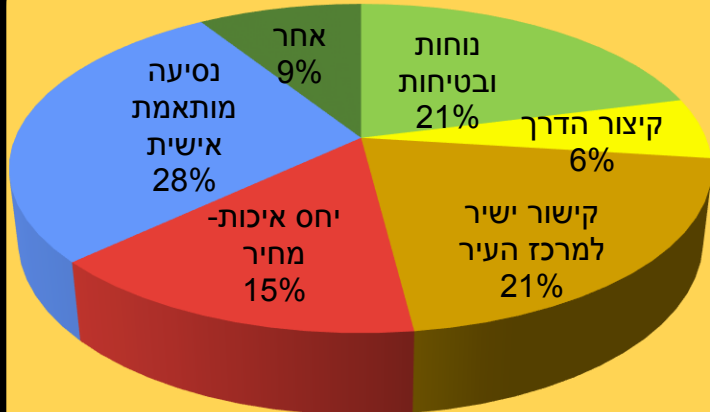
- ✓ המערכת הוקמה בשנת 2013 ורשומים בה כיום מעל **40,000 משתמשים**
- ✓ לשם ההקמה וההפעלה גויס סכום של **37 מיליון דולר**
- ✓ המערכת מופעלת על-ידי **500 מכוניות** (בנות 3-6 מושבים) – החברה שמה דגש על נוחות הנסיעה ומהירות ההתניידות במרחב האורבני
- ✓ השירות מופעל על-ידי **אלגוריתם מתוחכם וייחודי** המתכנן את הדרך המהירה, היעילה והחסכונית ביותר

• מקימי החברה ובעליה הם שני יזמים ישראליים - דניאל רמות ואורן שובל.
 • לאחרונה (ינואר 2016) פורסם כי משרד האוצר מעוניין לבדוק היתכנות להפעלת מערכת זו בגוש דן

תובנות

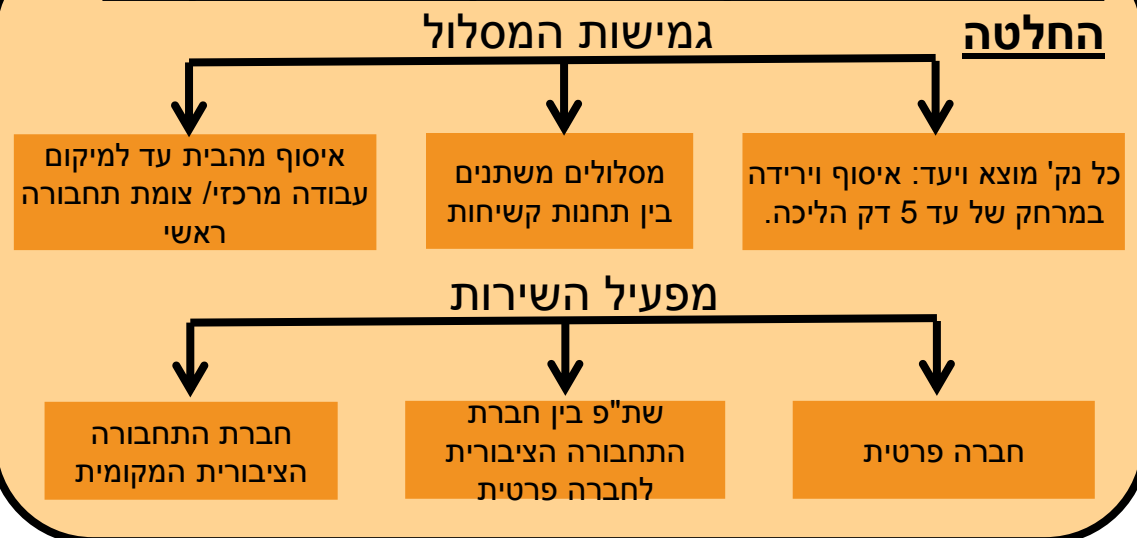
1. בראש ובראשונה השירות נועד לשפר את איכות הנסיעה בעבור הנוסע באמצעות מסלול נסיעה קצר ומותאם אישית
2. הצלחת מתאר הפעלה תלויה במידה רבה בטכנולוגיה המלווה את הפרויקט – הן מבחינת אופן הזמנת השירות והן מבחינת תכנון המסלול המהיר והיעיל ביותר למפעיל השירות
3. סף כניסה לשוק – עקב גמישות נקודות המוצא והיעד, הכניסה לשוק רווחית רק בהינתן ביקושים גדולים, שיאפשרו נסיעות משותפות והגעה ליעדים דומים
4. במודלים שנסקרו זוהתה הצלחה ישירה ומשמעותית בהורדת מכוניות פרטיות מהכביש

גורמים לשיעור רצון משירותי DRT:



(מתוך סקר שנערך לגבי שירות DRINBUS)

הבדלים מרכזיים בין המודלים רצף אפשרויות לקבלת החלטה



סיכום: שימושי DRT השונים ומידת הגמישות בהם

מתארים לאיסוף משכונות מרוחקות פחות גמישים, אולם פרקטיים וחסכוניים

קשישים ובעלי מוגבלויות

שכונות מרוחקות

יוממות

נקודות
האיסוף
וההורדה

כיווני
נסיעה

תעריף
השירות

שעות
יציאה

כיסוי
גיאוגרפי

שימוש
ICT-ב

משך זמן
הפעילות

זמן הזמנה
מראש

- מחיר לנוסע תלוי במנגנון זכאות
- דגש על גמישות בנקודות האיסוף וההורדה
- עלויות הקמה ותפעול גבוהות
- תועלת חברתית גבוהה

- מחיר לנוסע זהה לתח"צ רגיל
- תדירות גבוהה יותר מתח"צ רגיל באותם אזורים
- קשיחות בלוחות הזמנים
- מהווה רוב משירותי DRT בעולם
- שימוש יעיל יותר בכספי ציבור

- מחיר לנוסע גבוה מתח"צ רגיל
- שיקולי נוחות משמעותיים
- מחייב טכנולוגיה מתקדמת (אלגוריתם, אפליקציה)
- פוטנציאל רווח למפעיל פרטי
- אזורי פעילות בהם ביקוש גבוה

תחבורה ציבורית לפי דרישה בישראל – מגמות ותהליכים



תחבורה ציבורית במועצה אזורית משגב

- שירות ל-35 יישובים קטנים יחסית ופרוסים במרחק זה מזה בתנאים טופוגרפיים קשים
- תכנון וביצוע נעשה על ידי חברת ADALYA
- הפעלת מוקד ההזמנות על ידי המועצה לצורכי בקרה

הכנת מרכז לתחבורה לפי דרישה במועצה אזורית מטה יהודה

- השירות מיועד ליישובים סביב בית שמש
- מתוכננים 4-5 קווים לכל אחד מסלול עיקרי קשיח, אם אפשרות להארכות בשני הקצוות על פי דרישה
- בשונה מהשירות במשגב, ולראשונה בישראל תכנון השירות והפעלתו נעשים בלי תיווך של המועצה

משרד האוצר בוחן את שירות המוניות ויה מניו יורק

בלעדי כלכליסט

משרד האוצר ועיריית ת"א בודקים הפעלה של השירות שמציע הסטארט-אפ הישראלי בארה"ב. מדובר במוניות שירות המוזמנות באמצעות אפליקציה ויכולות להסיע עד 7 נוסעים בתעריף זול יחסית. כעת נותר לראות אם משרד התחבורה יתקע גם את היוזמה הזאת

גישוש ראשוני:

משרד האוצר שוקל להביא את חברת VIA לישראל

בתוכנית העבודה של עדליא לשנת 2016 מתוכנן תהליך למידה בנושא DRT בליבות עירונית

- בשלב ראשון תתבצע סקירת ספרות מקיפה
- בשלב השני, תכנון שני פיילוטים: פריסה ממוקדת בעיר צפופה (ירושלים/ תל אביב) ופריסה רחבה בערים קטנות יותר (מודיעין לדוגמא)

הפעלה ציבורית

אנו רואים במתן שירות תח"צ ליוממים אינטרס ציבורי ולכן מניחים כי הפעלת השירות תהיה באחריות המגזר הציבורי

אופי השירות

איסוף משכונת מוצא אחת ופיזור ביעד אחד

מודל הפעלת השירות

המודל מניח ליסינג של רכבים לפי הביקוש ולא קנייה ארוכת טווח

מספר הרכבים נגזר מקביעה של תדירות השימוש וזמן מקסימאלי לאיסוף נוסעים בשכונת המוצא

ביקוש

על מנת להשתמש במודל יש לערוך סקר ביקושים מקדים

הביקוש מאופיין על ידי שלושה פרופילים: שעות שיא, שעות ביניים ושעות שפל

בתנאים מסוימים הפעלת שירות DRT בין גילה להר-חוצבים הינה כדאית

נחפש את נקודת ההפעלה המיטבית:

עלות משתנה לק"מ 8 ש"ח
 - עלות לק"מ לאוטובוסים כיום - 10 ש"ח (נתון)
 - אנו מניחים עלות לק"מ בגובה 8 ש"ח עבור הפעלת שירות בטרנזיט (הנחה)

סבסוד ציבורי עד 12 ש"ח
 - סבסוד לנוסע בנסיעה עירונית בתח"צ - 7 ש"ח¹ (נתון)
 - סבסוד לנוסע בשאטל להר חוצבים - 10.5 ש"ח² (חישוב מתוך נתונים קיימים)
 - המדינה משלמת 12 ש"ח עבור כל רכב שחונה בנתיב המהיר³ = השקעה בהורדת רכב אחד מהכביש (נתון)

עלות לנוסע עד 15 ש"ח
 - מחיר בטווח שבין עלות תח"צ רגילה לנסיעה במונית או במכונית פרטית (הנחה)

12 ש"ח	10 ש"ח	8 ש"ח	
21.9	16.8	11.6	9 ש"ח
19.9	14.8	9.6	11 ש"ח
17.9	12.8	7.6	13 ש"ח
15.9	10.8	5.6	15 ש"ח

שעות שיא בלבד

12 ש"ח	10 ש"ח	8 ש"ח	
22.8	17.9	13.0	9 ש"ח
21.3	16.4	11.5	11 ש"ח
19.9	15.0	10.1	13 ש"ח
18.4	13.5	8.6	15 ש"ח

שעות שיא וביניים

עלות לק"מ			סבסוד לנוסע	מחיר כרטיס לנוסע בשעת שיא
12 ש"ח	10 ש"ח	8 ש"ח	9 ש"ח	
32.6	26.7	20.9	11 ש"ח	
31.2	25.3	19.5	13 ש"ח	
29.8	24.0	18.1	15 ש"ח	
28.4	22.6	16.7		

כל שעות היום

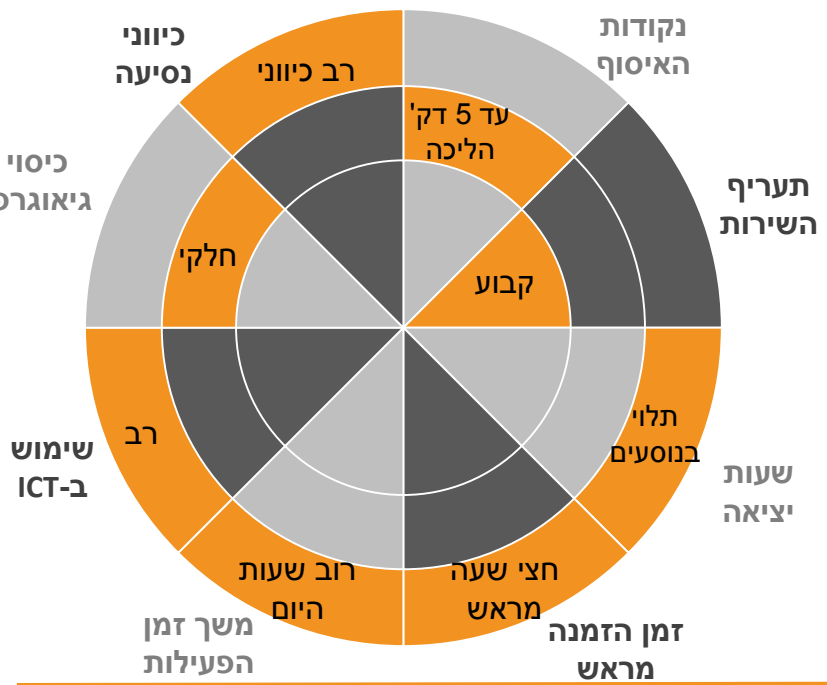
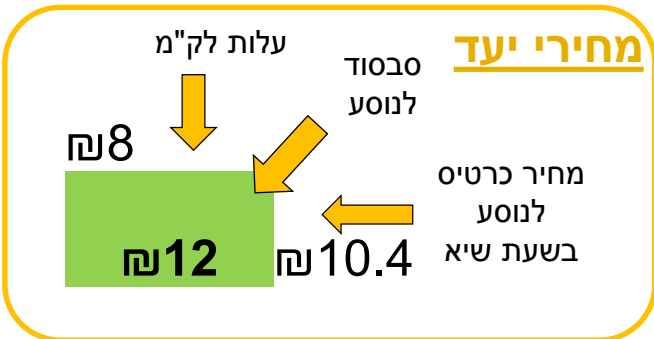
השירות לא ישים להפעלה בכל הפרופילים

כאשר השירות פועל בשעות עם ביקוש נמוך הסבסוד לנוסע עולה

הפעלה בשעות ביקוש נמוך משרתת קבוצות אוכלוסיה רבות יותר, במחיר כרטיס גבוה יותר

תנאי הפעלה מיטביים לשירות DRT במקרה הבוחן

בין גילה לבין הר-חוצבים



□ פרופיל פעילות: שעות שיא ושעות ביניים

□ קהל היעד: 140 יוממים

□ שעות פעילות: ימים א' - ה', 6:30-11:30, 15:00-19:00

□ זמן נסיעה משוער: 37 דקות, לעומת כ-75 דק' בתח"צ

□ תדירות מינימלית: 2-3 נסיעות בשעה, תגבור זמן אמת

לפי ביקוש

□ אפליקציה ואלגוריתם לחישוב מסלול הנסיעה מיטבי

□ האיסוף והפיזור בשכונה: הגבלה ללא יותר מ-20 דקות

□ סבסוד לנוסע לכל כיוון: 12 ₪

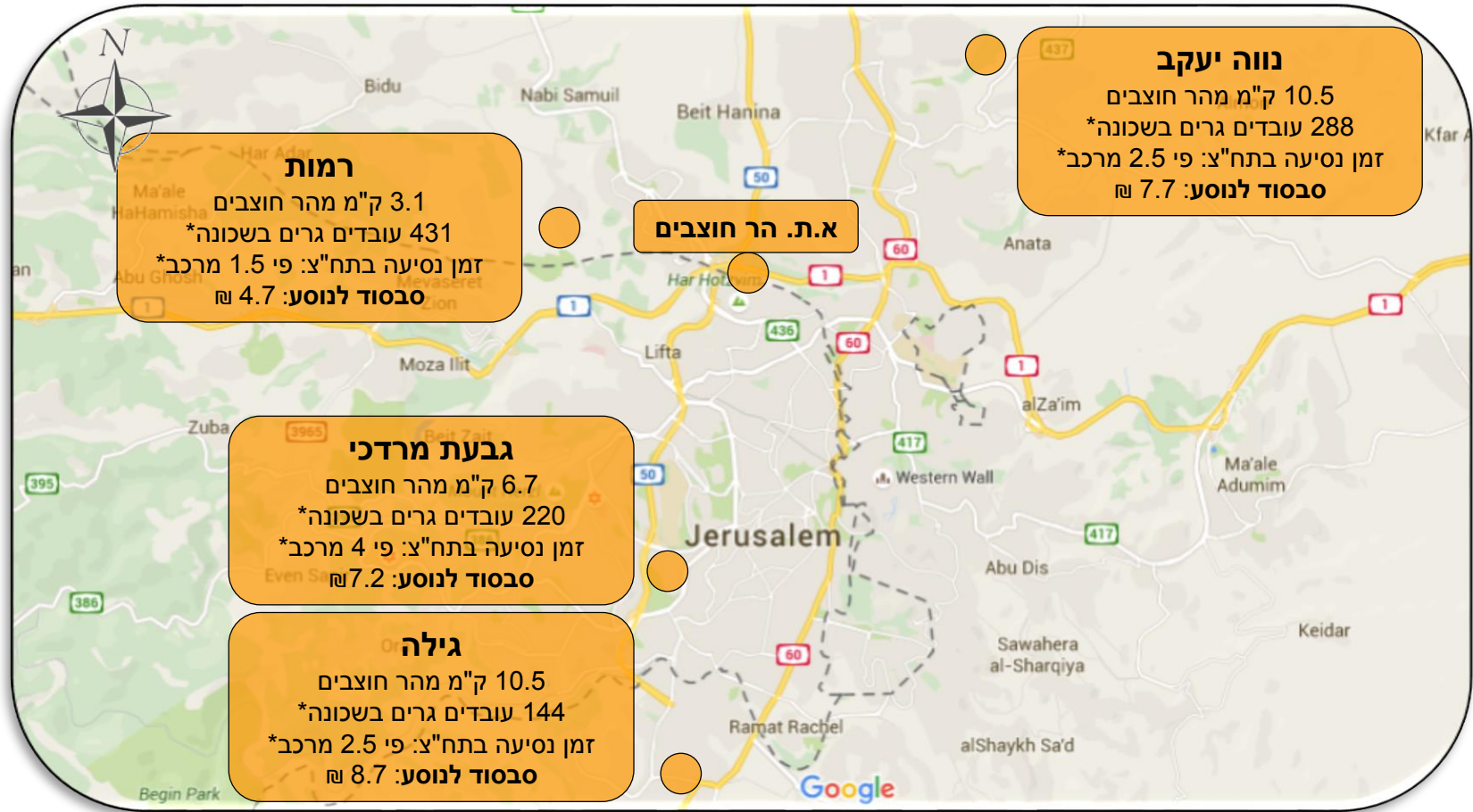
□ סבסוד כולל לשנה: כ-1,252 אש"ח

□ מספר נוסעים משוער ממוצע לשנה: 104,498

הסבסוד לנוסע משתנה עבור יעדים שונים

כתלות במרחק מהיעד והביקוש הצפוי

- השוואה בין השכונות כך שבהפעלה בשעות שיא וביניים, עלות לק"מ 8 ₪ ועלות לנוסע 15 ₪
- באופן דומה, ניתן לקבע את הסבסוד ולראות את השינוי בעלות הנסיעה לנוסע



*סקר תחבורה של מנהלת הר חוצבים, 2013.

ניתן להתאים את מאפייני השירות לפי שיקולים ערכיים

- למשל, הפעלה בזמני ביקוש נמוכים על מנת לתמוך באימהות שיוצאות מוקדם מהעבודה
- לצורך המחשה, שיקולים אלו מופיעים כרגע במודל כהנחות

כדי להעריך את הביקוש יש לערוך סקר ביקושים מתאים

- המודל אינו מתיימר להעריך את הביקוש הצפוי לשירות, אלא נסמך על סקר ביקושים עתידי
- הביקוש במודל לא מושפע ממאפייני השירות המוצע, אף על פי שבמציאות הוא צפוי להשתנות (שעות פעילות, מחיר כרטיס הנסיעה וכד)

שירות בעל יתרון לגודל עשוי להגדיל רווחים

- מידול של יותר משכונת מוצא אחת ונקודת יעד אחת, עשוי להביא לניצול יעיל יותר של משאבים, ובכך להפחית ממשקלן של העלויות הקבועות והשקועות ולהגדיל רווחים

תחבורה ציבורית לפי דרישה: תובנות ומסקנות

DRT - תחבורה ציבורית לפי דרישה

שירות DRT מייצג אינספור אפשרויות הפעלה המותאמות לצרכי הנוסע ולמגבלות המפעיל כאחד

שירות בין הר חוצבים לשכונות אחרות

בשכונות אחרות בירושלים יש פוטנציאל רב יותר להפעלת שירות ליוממים:

- בשכונות נווה יעקב, גבעת מרדכי ורמות, הסבסוד לנוסע צפוי להיות נמוך יותר מאשר בגילה.
- כל הפעלה מחייבת סקר ביקושים מקדים

מקרה הבוחן – גילה להר חוצבים

המודל הכלכלי מראה כי קיים פוטנציאל להפעלת שירות DRT ליוממים בין גילה להר חוצבים, אבל:

- נלקחו בחשבון הביקושים של הפעלת השאטל הניתן בחינם לנוסעים
- סביר להניח שהפעלת DRT במקביל לשאטל לא תהיה כדאית

DRT בעולם

- השירות פונה לקהלי יעד שונים: קשישים, בעלי מוגבלויות, יוממים ואוכלוסיות באזורים מרוחקים
- השירות דורש השקעה כספית רבה יותר מהתח"צ המסורתי, אך נותן שירות איכותי יותר.
- הוכח כי שירותי DRT מצליחים להוריד מכוניות פרטיות מהכביש
- החלו צעדים ראשוניים לכניסת שירותי DRT לישראל

הוצאה לפועל של שירות DRT בירושלים תדרוש השקעה של זמן, כסף ומחשבה אך צפויה להביא לשיפור מערך התח"צ של ירושלים, לרווחה גדולה יותר עבור הנוסעים ולשיפור באיכות הסביבה