

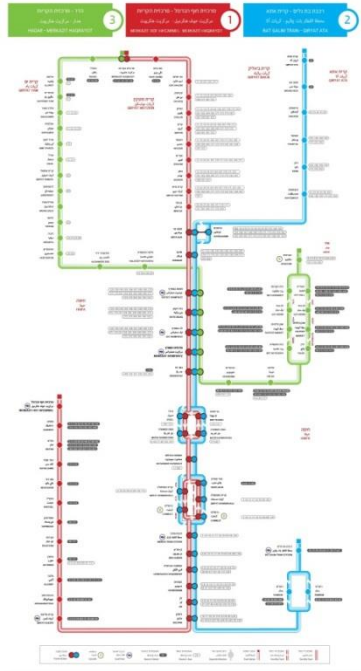
# ניהול אמינות השירות

הצגת תוצאות הטמעה במטרונית

כמודל ליישום זמין בקווי שירות סדירים

אוטובוסים, רכבת קלה או BRT

שרון גילת HeadWays



# רקע: המטרונית, הפרויקט

המטרונית - ה BRT הראשון בישראל

- הושקה לפני כשנה.
- מסיעה כ- 100,000 נוסעים ביום במטרופולין חיפה.
- ב- 3 קווים בעלי אופי שונה וציר מרכזי משותף.
- המפעיל נדרש להתקין מערכת ניהול צי-רכב ובה מודול ניהול מירווחים\*

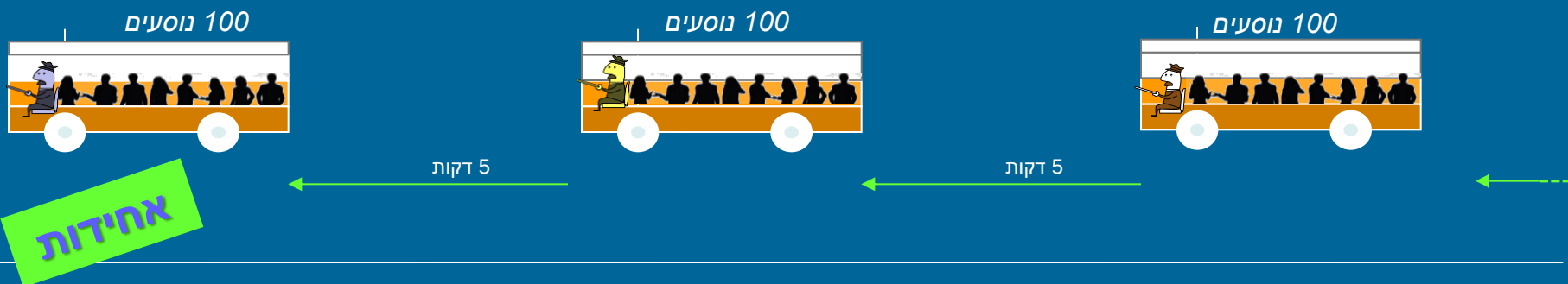
הפרויקט ביזמת משרד התחבורה

ובשיתוף צוות "יפה-נוף" והנהלת "דן-בצפון":

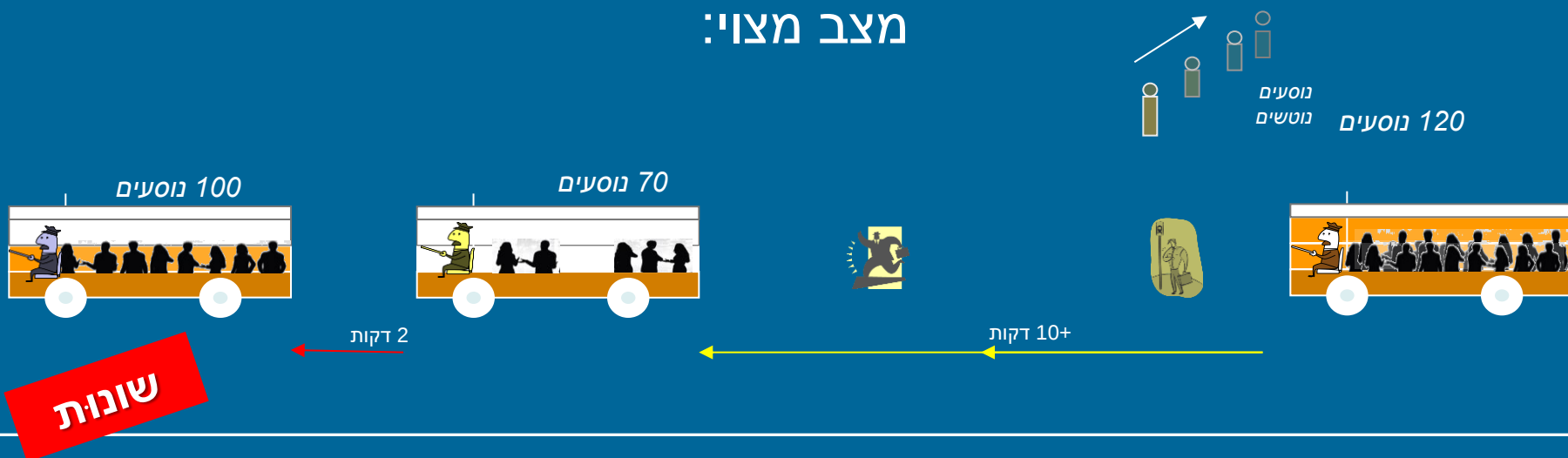
**הטמעת תפישת ניהול מירווחים לשיפור האמינות**

# הצגת הבעיה:

## מצב רצוי



## מצב מצוי:



# הצגת הבעיה:

במצב הקיצוני מוכרת כ"היצמדות" BUNCHING



# הצגת הבעיה:

גם ב BRT בכלל ובמטרונית בפרט –  
המצב בתחילת הפרויקט:



|    |              |   |
|----|--------------|---|
| 00 | הנביאים      | 3 |
| 02 | זכרמל מרכזית | 1 |
| 02 | רכבת בת גלים | 2 |
| 04 | זכרמל מרכזית | 1 |
| 05 | זכרמל מרכזית | 1 |
| 09 | הנביאים      | 3 |
| 12 | רכבת בת גלים | 2 |
| 15 | זכרמל מרכזית | 1 |
| 17 | זכרמל מרכזית | 1 |
| 18 | רכבת בת גלים | 2 |



# הבעיה היא ה"שונות" הפוגעת ב:

אמינות זמני ההמתנה בתחנה וההגעה ליעד 🚌

– הנושא החשוב ביותר לנוסע !

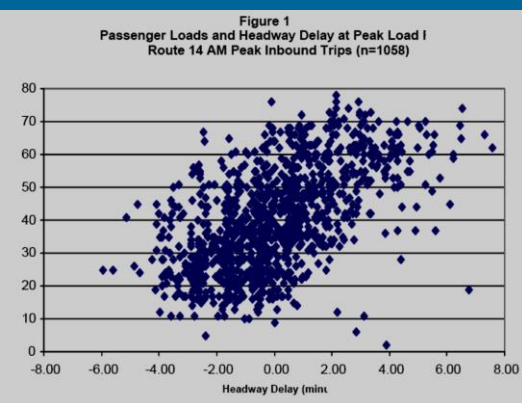
פיזור הצפיפות באוטובוסים 🚌

עומס ומתח מיותר בין הנהגים 🚌

הקצאת המשאבים (רכבים ונהגים) 🚌

הפסד שעות עבודה למשק 🚌

נזקים לסביבה מהפעלה מיותרת... 🚌



המיתאם בין פערי מירווחים ועומס נוסעים

צמצום השונות =  
שיפור בשירות + ייעול התפעול  
= Win Win



# הטיפול בגורמי השונות:

## טיפול בגורמים טרם הנסיעה: 🚌

- תשתיות: הפרדה, עדיפות בדרך, ברמזורים
- אחדות בהיצע (תדירות, גודל אוטובוסים)

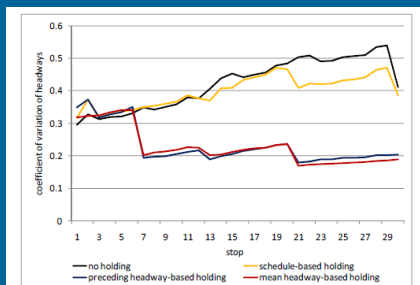


Figure 2. Coefficient of variation of the headway along the route under various control strategies

השוואה בין תוצאות שיטות עיכוב  
Holding control strategies

## טיפול תוך כדי סבבי הנסיעה - ויסות: 🚌

- בשיטת Time-Table הסטנדרטית – יציאות לפי שעות
- בשיטת ניהול מירווחים "HeadWay" – דינאמית:

# תפיסות ויסות :

## בתפיסה המקובלת - Time-Table 🚌

- הויסות נעשה בקצוות והיציאות תלויות בשעון. כך גם הבקרה.

## בתפיסת Headway 🚌

- השאיפה לאחידות במירווחי-זמן בין אוטובוסים עוקבים, הן ביציאה והן לאורך הנסיעה.
- תחילת הנסיעה תלויה במירווחים ומנותקת מהשעון.



## יתרונות ויסות Headway על Time-Table: 🚌

- ✓ הויסות נעשה לאורך כל הקו ולא רק בתחילת הנסיעה – רמת השירות האמיתית מטופלת
- ✓ קל למנוע סטייה קטנה מאשר לתקן איחור גדול
- ✓ ויסות HW עדיף גם על ויסות "קלאסי" של המתנה בתחנה (מול לוח זמנים):
  - מתייחס גם למצב האוטובוסים האחרים ולא מנותק מהם, בשיגרה ובארוע חריג
  - חסכוני במשאבים, פועל גם למהר ולא רק להאט
  - מתבצע גם תוך כדי נסיעה ופחות מורגש ע"י הנוסעים.

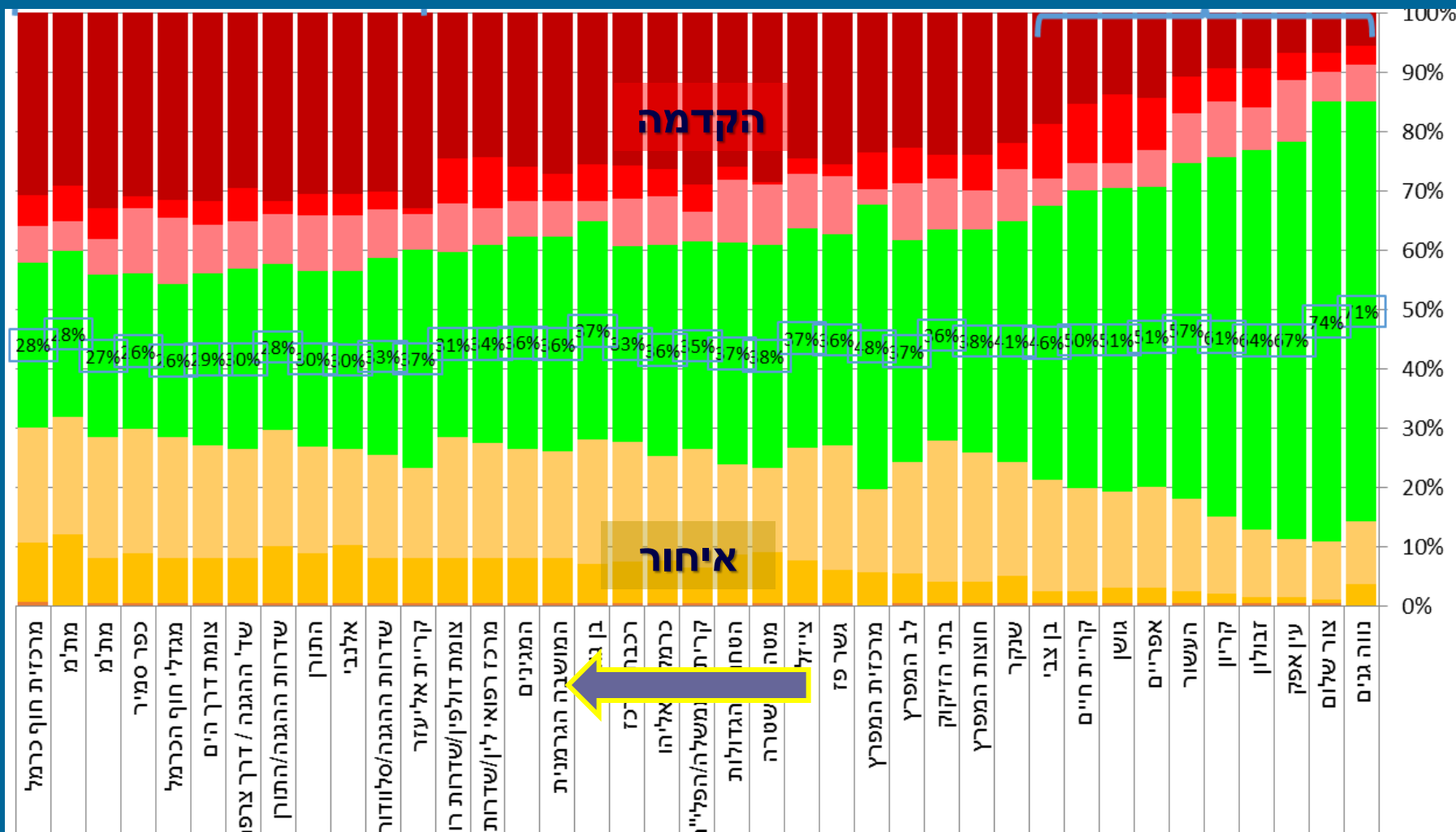
בניגוד לעבר – כיום ניתן לבצע ויסות מבוסס Headway בקלות יחסית 🚌

הבעיה: שונות << הפתרון: ויסות << השיטה: ניהול מירווחים

בניהול מירווחים בשיטת Headway  
הנהגים מווסתים נסיעתם ע"י קבלת משוב מתמיד.

| In             | Out        |
|----------------|------------|
| "נסיעה מנוהלת" | "שלח ושכח" |

# התפתחות השונות (ירידה באמינות) לאורך הקו: מצב בתחילת הפרויקט קו 1 כיוון דרום



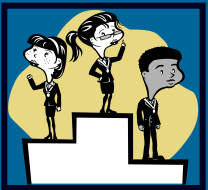
# פרויקט הטמעת ניהול המירווחים Headway מהלך רב-תחומי בצירים מקבילים:



—ציר הטכנולוגיה והמידע←



—ניהול התפעול והגורם האנושי  
←←←

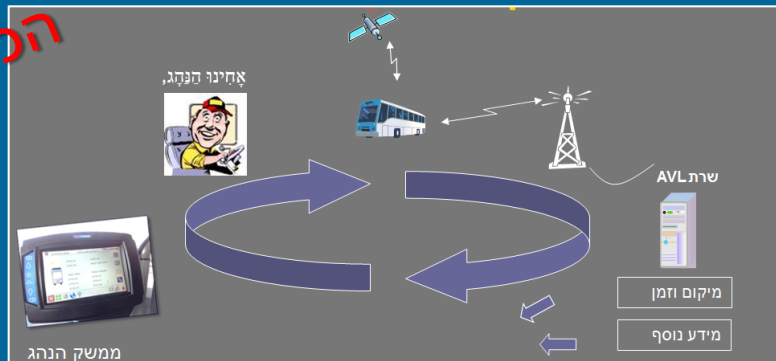


—מדידה ובקרה←

# ציר הטכנולוגיה והמידע

## המערכת הטכנולוגית:

- רכיבי זיהוי ושידור מיקום, מוניטור נהג, חדר בקרה המקושר גם למערכות נוספות.
- המערכת מחשבת ומספקת לנהג חיווי על מצבו (צהוב/אדום/ירוק)
- המערכת מנטרת את המצב ומנפיקה דוחות ונתונים נוספים.



הכלי הכרחי אך לא מספיק!

## עיבודי המידע:

- נלמדו תשומות ותפוקות המערכת ונתוחו הנתונים לצרכי צילום המצב,
- זוהו בעיות והזדמנויות, נעשה טיוב נתונים וכמובן נמסר משוב לשיפור המערכת,
- נמדדו ביצועי התפעול בחתכים שונים והופקו דיווחים ניהוליים.

# ציר ניהול התפעול והגורם האנושי: ניהול

## הנעה ויצירת שיתוף פעולה:

- הקמת צוות משותף עם נציגי הרגולטור והנהלת החברה.
- מעבר בפועל לתפיסת Headway (בתיאום עם הרגולטור), לרבות בתיכנות המערכת

## לימוד המערכת התפעולית והארגונית:

- שיחות ותצפיות מול המנהלים, הבקרים והנהגים ובמעטפת.
- תצפיות ונסיעות להתרשמות מחוויית הנוסע.

## דיונים מול הנהלת המפעיל:

- גיבוש הסכמות על המדדים, תוך טיוב נתוני המערכת.
- גיבוש מסגרות ארגוניות מול העובדים להדרכות ובקרה.

## גיבוש עדכונים לתורת ההפעלה בתחומי:

- תחנת המוצא, מקטעי המסלול, טכניקות ויסות במצבים ובמיקומים שונים.

# ציר ניהול התפעול והגורם האנושי: הבקרים



לכל קו צמוד בקר משלו בחדר הבקרה

## חודד תפקיד הבקר מול ההנהלה. 🚌

- הובהר הצורך בקשב מלא מול המסך.
- שאיפה למעבר לטיפול בחריגים בלבד

## גובשו מסרים ייעודיים: 🚌

- נושאים תפעוליים: תיאוריה, פרקטיקה
- מקרים ותגובות, בשיגרה ובאירועים חריגים
- נושאים מינהליים (תשומת לב לנהגים מועדים וכו')

## המסרים הועברו 🚌

- כנספח לחוברת הנהלים הפנימית
- וכן הועברו בסדנאות ייעודיות
- בהן גם נתקבלו משובים מהבקרים לאור נסיונם בשטח
- בנוסף, התקיים דיון על ההתמודדות המשותפת מול הנהגים

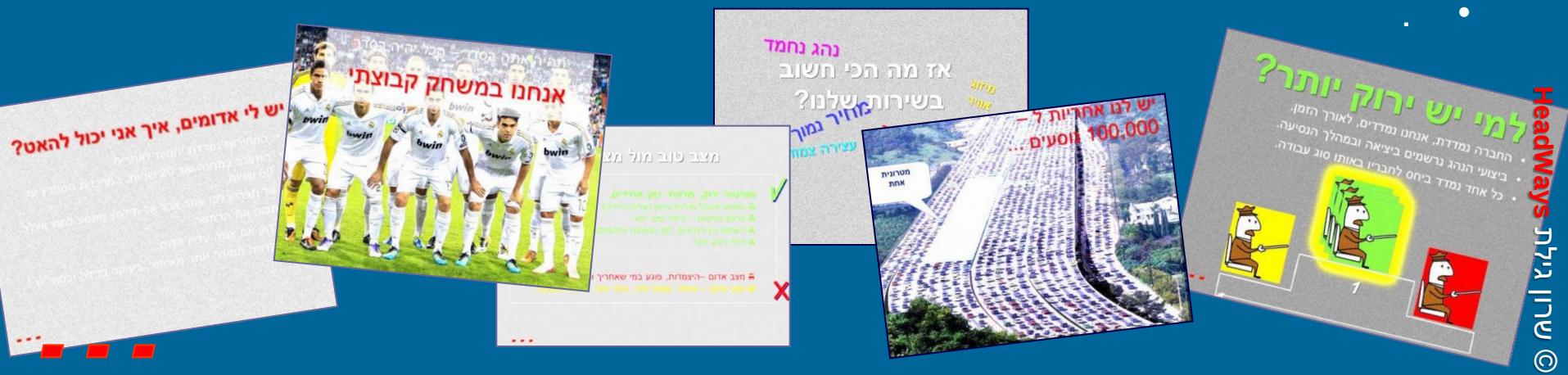
# ציר ניהול התפעול והגורם האנושי: הנהגים

## 🚗 הדרכה ייעודית לנהגים בנושא עם מסרים מותאמים:

- מודעות ומוטיבציה
- חלקם החשוב בפתרון הבעיה
- הנחיות מעשיות תוך התייחסות למצבים השונים
- טיפול בתפיסות שגויות
- היותם נמדדים בנושא.

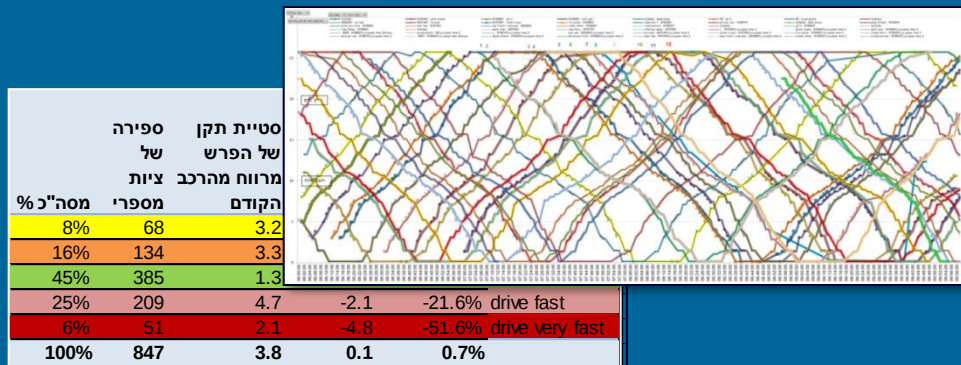
## 🚗 בנוסף התקיימה עימם שיחה של המנכ"ל וההנהלה:

- הועבר המסר שהציות למערכת הוא חלק מדרישות תפקיד הנהג.



# ציר המדידה והבקרה

## ראשית: נותח והוצג דפוס המצב הקיים



- גם באופן גרפי, לצרכי לימוד, הבנת התופעות ועצמתן וכבסיס למדידה הפנימית והחיצונית.

## בהמשך גובשו מדדים מוסכמים, ברי מדידה:

- שימשו לבקרת התפעול ורמת השירות (ברמת החברה, הקו, התחנות)
- וכן כלפי פנים (ברמת הבקר, הנהג וכו').

## המדד: תדירות בפועל מול המתוכננת בתחנה AWT/SWT

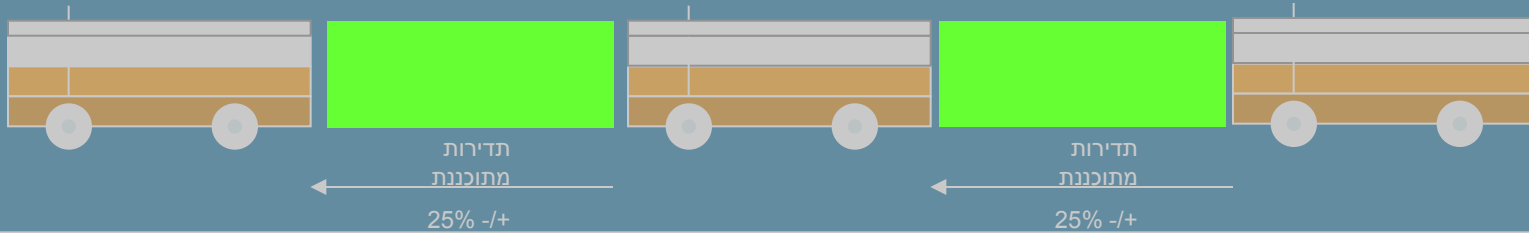
| הקדמה מעל 75% | הקדמה בין 50% ל 75% | הקדמה בין 25% ל 50% | גמישות 25% | איחור בין 25% ל 50% | איחור בין 50% ל 75% | איחור מעל 75% |
|---------------|---------------------|---------------------|------------|---------------------|---------------------|---------------|
|---------------|---------------------|---------------------|------------|---------------------|---------------------|---------------|

- משקף את מבט הנוסע: מה התפלגות הסיכוי לקבל את השירות בזמן (בתדירות המתוכננת)
- Percentage chance of waiting, ומה הסיכוי לאיחור/הקדמה קל או גבוה.

- ההתפלגות מוצגת בחתכים שונים: לאורך קו/כיוון, על פני היממה וכו'

# המדד מוצג בצבעים מוכרים

## מצב רצוי

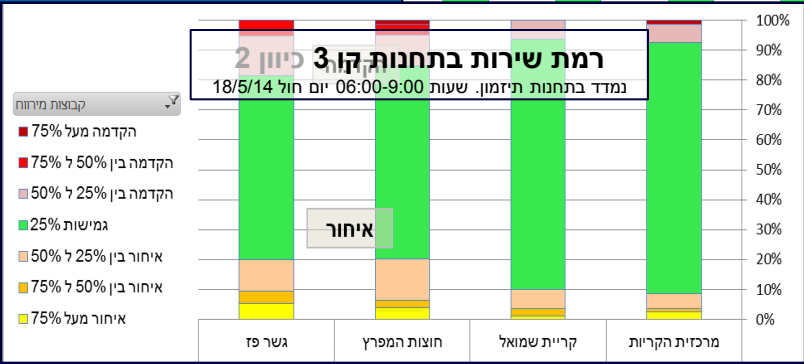
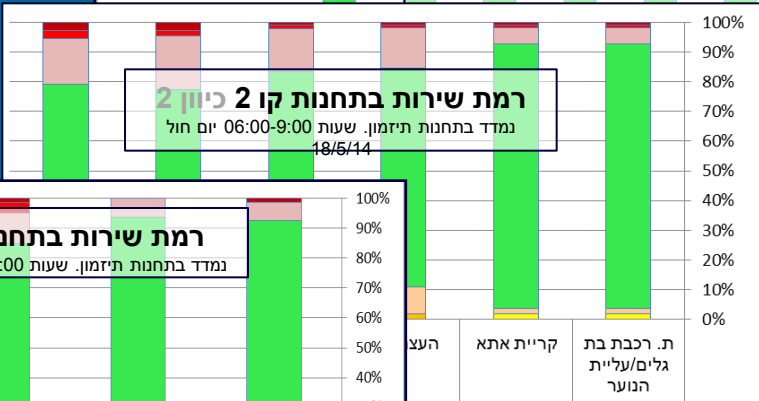
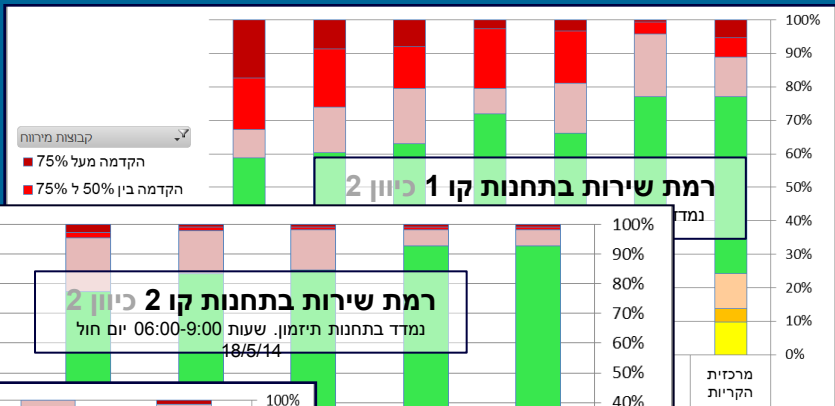


## מצב מצוי



# תדירות בפועל מול המתוכננת בתחנה AWT/SWT

## באמצע התהליך, על בסיס תוצאות אמת בחתכים שונים ברמת קו



| חור בין 75% ל 50% | איחור בין 25% ל 50% | גמישות 25% | הקדמה בין 25% ל 50% | הקדמה בין 50% ל 75% | הקדמה מעל 75% |
|-------------------|---------------------|------------|---------------------|---------------------|---------------|
| 1%                | 1%                  | 88%        | 3%                  | 0%                  | 4%            |
| 1%                | 8%                  | 76%        | 13%                 | 0%                  | 1%            |
| 6%                | 15%                 | 60%        | 10%                 | 7%                  | 1%            |
| 9%                | 20%                 | 51%        | 6%                  | 3%                  | 6%            |
| 3%                | 10%                 | 72%        | 7%                  | 2%                  | 2%            |
| 2%                | 1%                  | 90%        | 2%                  | 1%                  | 1%            |
| 0%                | 0%                  | 100%       | 0%                  | 0%                  | 0%            |
| 0%                | 0%                  | 100%       | 0%                  | 0%                  | 0%            |
| 0%                | 0%                  | 100%       | 0%                  | 0%                  | 0%            |
| 8%                | 12%                 | 48%        | 19%                 | 7%                  | 3%            |
| 2%                | 2%                  | 88%        | 4%                  | 2%                  | 1%            |
| 2%                | 6%                  | 81%        | 6%                  | 2%                  | 2%            |

סה"כ קו 3

# תוצאות המהלך עד כה

## שיעור אמינות השירות - עמידה בתדירות המתוכננת

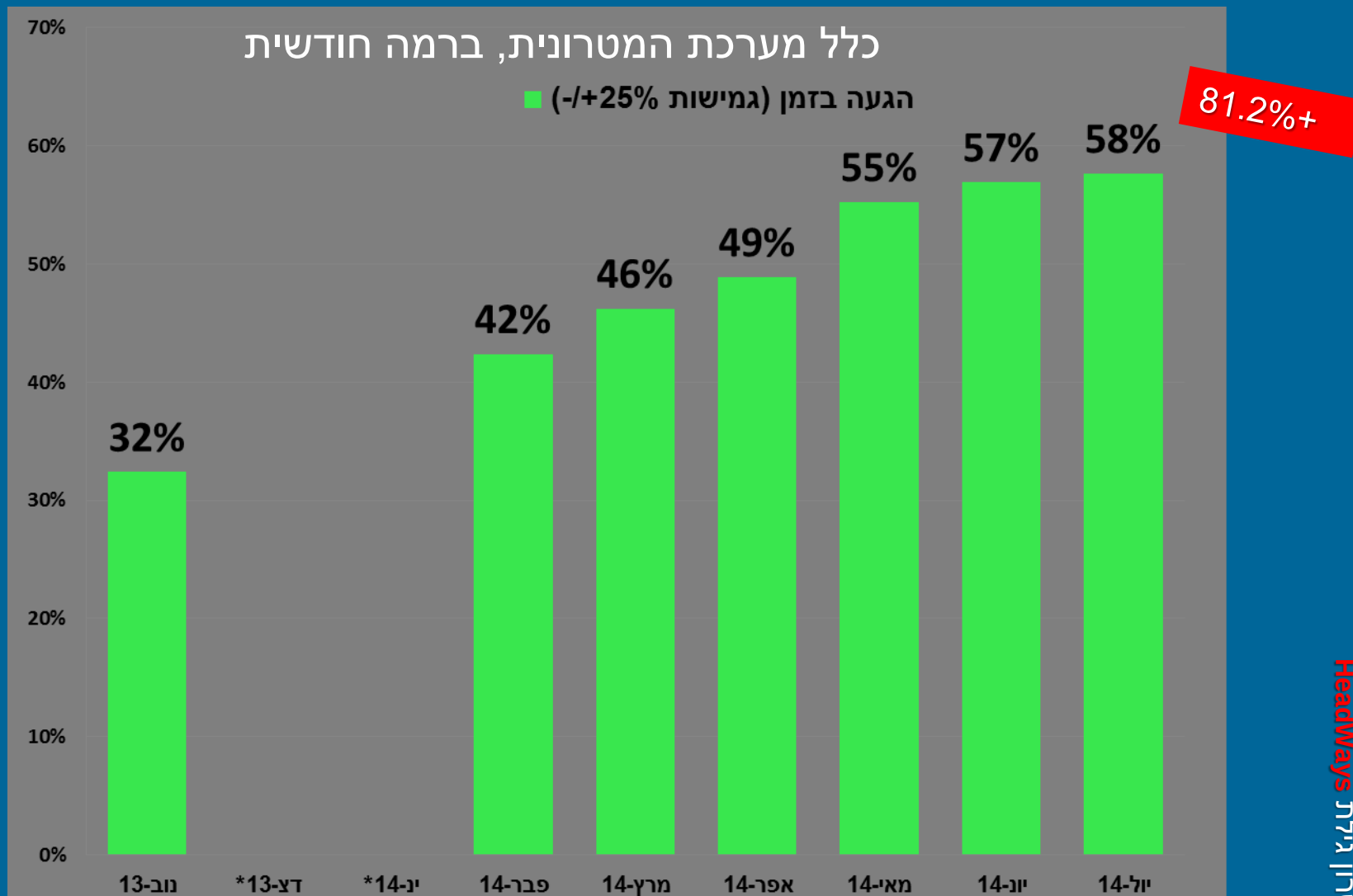
כלל מערכת המטרונית, ברמה חודשית

| הקדמה<br>מעל 75% | הקדמה<br>בין 50% ל<br>75% | הקדמה בין<br>ל 25% ל<br>50% | הגעה בזמן<br>(גמישות<br>-/+25%) | איחור בין<br>ל 25% ל<br>50% | איחור בין<br>ל 50% ל<br>75% | איחור<br>מעל<br>75% |         |
|------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|---------|
| 10%              |                           | 27%                         | 32%                             | 20%                         |                             | 12%                 | נוב-13  |
|                  |                           |                             |                                 |                             |                             |                     | דצ-13*  |
|                  |                           |                             |                                 |                             |                             |                     | ינו-14* |
| 20%              | 6%                        | 8%                          | 42%                             | 8%                          | 4%                          | 12%                 | פבר-14  |
| 5%               | 10%                       | 13%                         | 46%                             | 11%                         | 6%                          | 8%                  | מרץ-14  |
| 6%               | 8%                        | 12%                         | 49%                             | 11%                         | 6%                          | 9%                  | אפר-14  |
| 4%               | 7%                        | 11%                         | 55%                             | 10%                         | 5%                          | 8%                  | מאי-14  |
| 5%               | 6%                        | 11%                         | 57%                             | 10%                         | 4%                          | 6%                  | יוני-14 |
| 5%               | 6%                        | 10%                         | 58%                             | 9%                          | 6%                          | 6%                  | יולי-14 |

\* נמדד בתחנות עיקריות לאורך המסלול ("תחנות תיזמון")  
בחודשים דצמבר ינואר אנשי החברה ומע' המידע עסקו בהכנסת הכירטוס והגביה ולא הוזרמו נתונים, במקביל נוצל הזמן לפיתוח המדדים והכלים להפקת הדוחות החודשיים

# תוצאות המהלך עד כה

## שיעור אמינות השירות - עמידה בתדירות המתוכננת



\* נמדד בתחנות עיקריות לאורך המסלול ("תחנות תיזמון")

• בחודשים דצמבר וינואר אנשי החברה ומע' המידע עסקו בהכנסת הכירטוס והגביה ולא הוזרמו נתונים, במקביל נוצל הזמן לפיתוח המדדים והכלים להפקת הדוחות החודשיים

# סיכום ומסקנות

🚌 הושג שיפור של מעל 80% מתחילת התהליך. (32% < 58%)

🚌 שיפורים נוספים עשויים להתקבל עם:

- הידוק "סגירת המעגל" - הכנסת הנושא לרגולציה ובקרה תפעולית.
- שיפורים בהעדפה ברמזורים (בביצוע) ובאחידות הקצאת המשאבים.
- עבודת הטמעה מתמדת, ריענון ההדרכות ותשומת לב ניהולית מול כל דרגי הארגון.

🚌 נושאים "מתקדמים" שלא טופלו בשלב הזה

- טיפול בשעות וימי השפל, טיפול וניהול צד הביקוש
- שיפורים במערכת ויישומים נוספים (שילוביות, ניהול פרוזדורים ועוד).

🚌 המהלך מטפל בנושא החשוב ביותר של תדירות ואמינות הזמנים.

🚌 זמין לביצוע מיידי וללא צורך בהשקעות משמעותיות.

🚌 מתאים ליישום דומה בקווי אוטובוס, רכבת קלה ו BRT

# תודה רבה

