

# **תחבורה יבשתית**

## **בת-קיימא:**

### **היבטי אנרגיה וסביבה**

**סיכום והמלצות דיון**

**פורום האנרגיה של מוסד שמואל נאמן**

**הטכניון**

**מיום 29.4.2013**

נערך ע"י:

פרופ' גרשון גרוסמן

יערה גרינברג

יוני 2013

---

אין לשכפל כל חלק מפרסום זה ללא רשות מראש ובכתב ממוסד שמואל נאמן מלבד לצורך ציטוט של קטעים קצרים במאמרי סקירה ופרסומים דומים תוך ציון מפורש של המקור.

הדעות והמסקנות המובאות בפרסום זה הן על דעת המחברים ואינן משקפות בהכרח את דעת מוסד שמואל נאמן.





## רשימת משתתפי הפורום:

ראש המרכז לתשתיות תחבורה ולוגיסטיקה, מכללה אפקה להנדסה	אבינרי אראל	פרופ'
מוסד שמואל נאמן	אילון אופירה	פרופ'
מכללת אפקה להנדסה	ארביב אברהם	ד"ר
מנכ"ל חברת הדלק TEN	בן-נר דן	
יועץ אנרגיה	ברמן דוד	
מוסד שמואל נאמן	גרוסמן גרשון	פרופ'
מוסד שמואל נאמן	גרינברג יערה	
מנהל אגף פיתוח תשתיות ובניה, עיריית אשדוד	דוידוביץ איל	
מדען ראשי, משרד האנרגיה והמים	ולד שלמה	ד"ר
מנהלת תחום תחליפי נפט, משרד האנרגיה והמים	חלף ברכה	ד"ר
נתיבי ישראל – החברה הלאומית לתשתיות תחבורה בע"מ	טיטוב ולדימיר	
יועצת סביבתית, מרכז השלטון המקומי	כרמל מילכה	
יועצת מדעית, חברת הדלק TEN	כרמל-גורן לאה	ד"ר
The Levon Group LLC	לב-און מרים	ד"ר
The Levon Group LLC	לב-און פרי	ד"ר
משרד התחבורה	שדמי זאב	
המכון לחקר התחבורה, הטכניון	שיפטן יורם	פרופ'

## הבעת תודה

המחברים מודים למרצים על המידע שהציגו ולכלל משתתפי הפורום על תרומתם לדיון הפתוח. תודה מיוחדת לד"ר אברהם ארביב אשר יזם את נושא הדיון והביא נתונים ורעיונות חשובים.

## תוכן העניינים

### עמוד

1	תקציר מנהלים
3	פרק 1 : הקדמה
4	פרק 2 : רקע
5	פרק 3 : מידע בנושא : תחבורה יבשתית בת-קיימא : היבטי אנרגיה וסביבה
16	פרק 4 : דיון
25	פרק 5 : סיכום ומסקנות
27	פרק 6 : רשימת מקורות

### **נספחים**

נספח 1 : תכנית פורום אנרגיה : תחבורה יבשתית בת-קיימא : היבטי אנרגיה וסביבה, 29.4.2013

## תקציר מנהלים

התחבורה היבשתית בישראל כיום, במיוחד בערים הגדולות, הולכת ונעשית עמוסה וצפופה עם השלכות חמורות מבחינות רבות – חברתית, סביבתית ואנרגטית. פקקי התנועה גורמים לאיבוד זמן רב שעלותו למשק גבוהה, דלק מתבזבז ופליטות גזים מזהמים וגזי חממה גדלות. במקום הרחבת תשתיות בשיטה הקונבנציונאלית, אשר תוך זמן לא רב נעשות בלתי מספקות (ואף מעודדות את גידול הביקוש לשימוש ברכב פרטי), יש צורך דחוף בפתרונות בני-קיימא.

לצד אמצעים טכנולוגיים כגון שיפור משמעותי בנצילות האנרגטית לק"מ ומעבר לדלקים נקיים ופחות עתירי פחמן יש לפעול לשינוי דפוסי השימוש בתחבורה ע"י הצרכנים. המכשולים בישראל נובעים לא רק מסיבות טכנולוגיות או כלכליות אלא מגורמים שניתן (גם אם לא קל) לטפל בהם ע"י שינויי מדיניות: הטבת הרכב הצמוד והוצאות רכב במקומות העבודה, היעדר תחבורה ציבורית בשבת, מדיניות האוצר לגבי ההכנסות ממס על תחבורה לעומת שיקולים סביבתיים ובריאותיים.

צפיפות האוכלוסייה בישראל גבוהה יותר מאשר בכל מדינות אירופה ובמקום השלישי בעולם אחרי הונג קונג וסינגפור. יש לחשוב על העתיד של ערינו בהתחשב בכך, ואיך הן ייראו בשנים הבאות – לבל תהיינה סתומות מפקקי תחבורה. תחבורה ציבורית כאלטרנטיבה לפרטית, כולל אופניים, היא שתיתן מענה לערים בנות קיימא. כאשר נותנים לתושבים תחבורה נגישה וזולה יחסית, משפיעים אוטומטית על חברה וכלכלה, וצמצום הפערים בחברה.

בישראל יש עידוד רב לשימוש ברכב פרטי, בצורות שונות, ומעט מידי לתחבורה הציבורית. יש צורך בשינויי התנהגות, שיפור בתכנון אורבני, שינויים בתשתיות התחבורה, תמחור נכון הכולל את ההשפעות החיצוניות. יש צורך בשינוי המודעות ובשינוי נורמות חברתיות.

### המלצות:

1. יש ליזום בחינה מקיפה של מחזור החיים של התחבורה היבשתית בישראל, שתכלול עלויות ישירות וחיצוניות, והשפעתן על הכלכלה הלאומית.
2. יש לתת העדפה לאומית לתחבורה בת-קיימא בכלל, ולתחבורה ציבורית בפרט. במסגרת זו יש צורך בתוכנית אב לתחבורה הציבורית - אינטגרטיבית, הייררכית, כוללת. פיתוח הרשת הבינעירונית תתבסס על רשת רכבות ארצית מהירה בין ארבעת המטרופולינים: ירושלים, תל אביב, חיפה ובאר שבע, בתדירות גבוהה וזמני נסיעה קצרים. הרשת המטרופולינית תהיה מורכבת ממערכות עתירות נוסעים במגוון טכנולוגיות הסעה, ברשת קווים הייררכית ורשתות אוטובוסים. לתחבורה בפריפריה אין פתרון יחיד - לכל מקום יש אמצעי שהוא המתאים ביותר לאותו מקום ובאותו זמן.
3. יש לפעול לשינוי המדיניות המעודדת שימוש ברכב פרטי במסגרת מיסוי על רכב והוצאות רכב כמרכיב שכר, אספקה נדיבה של מקומות חניה וכדומה.
4. יש לעבוד על הצד הפסיכולוגי ולבצע פעולות חינוך על מנת לשנות התנהגות ודפוסי קיימים הנוגעים לתחבורה.
5. יש לפתח מדדים מתאימים לתפקוד המערכת, לשפר את המודלים וכלי ההערכה.

6. יש לתת משקל ראוי לאפשרויות השימוש בגז טבעי לתחבורה יבשתית, הן באופן ישיר (CNG) והן כמקור להמרה (GTL), במיוחד בהקשר הישראלי – קיום מקורות זמינים של גז טבעי לשנים רבות.
7. חלק ממשתתפי הפורום ממליצים לקדם את נושא הרכב החשמלי, שיעילותו האנרגטית גבוהה ב-50% לפחות לעומת רכב מונע בבנזין והמאפשר לנצל חשמל המופק ממגוון מקורות אנרגיה, לרבות מקורות נקיים. לעומתם יש המתנגדים להמלצה זו וטוענים כי חלופה כדאית ומעשית ביותר היא המשך השיפורים במנוע שריפה פנימית.
8. יש להכשיר מהנדסי תחבורה בעלי חשיבה שונה מזו הקיימת היום ולכלול את נושא הקיימות בהכשרתם.

## פרק 1: הקדמה

מוסד שמואל נאמן למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה, במסגרת פעילותו בתחום האנרגיה, מקיים מפגשי "פורום אנרגיה" המוקדשים לדיון בנושאים בעלי חשיבות לאומית בתחום. בפורום האנרגיה מתקיים דיון ממוקד בנושאים מוגדרים, בהשתתפות צוות מומחים המוזמנים לפי הנושא. המטרה היא להתרכז בשאלות רלבנטיות ומוגדרות, לתאם בין הגורמים ולהגיע להמלצות על דרכי פעולה לקידום הנושא, שניתן להציגן בפני מקבלי החלטות.

המפגש הדרן בנושא: תחבורה יבשתית בת-קיימא: היבטי אנרגיה וסביבה, התקיים ב-29 באפריל 2013 בטכניון. השתתפו בו מומחים בתחום מהיבטיו השונים, וכן נציגים של הממסד הממשלתי והציבורי. המשתתפים בפורום, שנבחרו בקפידה עקב מומחיותם, מהווים, ללא ספק, קבוצה ייחודית ובעלת ידע מקצועי ראשון במעלה בתחום משק האנרגיה בכלל, ותחום התחבורה בפרט.

בחלקו הראשון של המפגש הציגו חלק מן המשתתפים מצגות בנושא הדיון על היבטיו השונים. מצגות המשתתפים אשר אושרו על ידם לפרסום נמצאות באתר מוסד ש. נאמן: <http://www.neaman.org.il/> (אירועים). בחלק השני התקיים דיון פתוח על המידע שהוצג ועל המסקנות האופרטיביות שיש להפיק ממנו.

תמצית הדיונים מסוכמת בדו"ח להלן, וכמו בדיונים הקודמים, הוא יוגש למקבלי ההחלטות במטרה להביא אל סדר היום את מכלול השיקולים והפעולות הנדרשות על מנת לבחון את האפשרויות השונות לגבי תחבורה יבשתית בת-קיימא בישראל.



## פרק 2: רקע

התחבורה היבשתית בישראל כיום, במיוחד בערים הגדולות, הולכת ונעשית עמוסה וצפופה עם השלכות חמורות מבחינות רבות – חברתית, סביבתית ואנרגטית. פקקי התנועה גורמים לאיבוד זמן רב שעלותו למשק גבוהה, לחוסר שקט ולעצבנות הנהגים וציבור המשתמשים. דלק מתבזבז ופליטות גזים מזהמים וגזי חממה גדלות. במקום הרחבת תשתיות בשיטה הקונבנציונאלית, אשר תוך זמן לא רב נעשות בלתי מספקות, יש צורך דחוף בפתרונות בני-קיימא.

תחבורה הינו מגזר מרכזי בתחום האנרגיה. במדינות ה-OECD בערך שליש מצריכת האנרגיה נובעת מן התחבורה. צורכי התחבורה נקבעים על ידי מספר גורמים, ביניהם פיזור האוכלוסייה, דפוסי הנסיעה היומיומיים (עבודה, חינוך, קניות, בילוי) ודפוסי נסיעה אחרים (כגון הובלת סחורות). תחבורה היא חלק בלתי נפרד של עיר בת-קיימא ופיזור אוכלוסין תואם, ותכנון תשתית תחבורתית צריכה להיות חלק עיקרי בתכנון הישוב והגישה אליו.

לצד אמצעים טכנולוגיים כגון שיפור משמעותי בנצילות האנרגטית לק"מ ומעבר לדלקים נקיים ופחות עתירי פחמן יש לפעול לשינוי דפוסי השימוש בתחבורה ע"י הצרכנים. המכשולים בישראל נובעים לא רק מסיבות טכנולוגיות או כלכליות אלא מגורמים שניתן (גם אם לא קל) לטפל בהם ע"י שינויי מדיניות: הטבת הרכב הצמוד והוצאות רכב במקומות העבודה, היעדר תחבורה ציבורית בשבת, מדיניות האוצר לגבי ההכנסות ממס על תחבורה לעומת שיקולים סביבתיים ובריאותיים.

מהן מגבלות מערכת התחבורה הנוכחית? מהו המצב הרצוי? מהם מסלולי מעבר בין המצוי לרצוי? האם יש לאפשר בכלל תחבורה פרטית במרחב האורבני? אלה הן חלק מן השאלות שעליהן אמור לענות הדיון בפורום זה.

### **פרק 3: מידע בנושא: תחבורה יבשתית בת-קיימא: היבטי אנרגיה וסביבה**

בחלק זה של הדו"ח ניתנת תמצית המידע שהוצג ע"י חלק מן המשתתפים, כל אחד לפי בחירתו ומומחיותו. קבצי המצגות שהוכנו ע"י הדוברים מוצגים, כאמור, באתר של מוסד נאמן (<http://www.neaman.org.il>). מטבע הדברים, קיימת חפיפה מסוימת בין הדוברים השונים, אולם עורכי הדו"ח החליטו להביאם כאן כפי שהוצגו ובאותו סדר (ראה תכנית הפורום בנספח 1). מידע זה חשוב ומהווה בחלקו בסיס לדיון הפתוח שהתקיים לאחר מכן, כפי שמובא בפרק 4.

#### **ד"ר אברהם ארביב – מכללת אפקה להנדסה תחבורה בת-קיימא – אפשרויות ומכשולים**

מתכונת התחבורה כיום איננה בת-קיימא, או במילים אחרות "כך אי אפשר להמשיך". פקקי התנועה משפיעים על הזמנים הנדרשים להגיע ממקום למקום וכן על תחום האנרגיה והסביבה – מתבזבז דלק ועולות פליטות מזהמים, לרבות גזי חממה (גז"ח). כיום לא נעשה הרבה כדי לשנות את המצב. אנו שותפים למשחק פירמידה שהולך וגדל, כלומר הבסיס מתרחב ויש ריצה מטורפת להוספת תשתיות אשר תוך זמן לא רב נעשות בלתי מספקות בעליל. צורכי התחבורה נקבעים על-ידי מספר גורמים כגון פיזור האוכלוסייה, דפוסי הנסיעה היומיומיים (קניה, בילוי, חינוך) ודפוסי נסיעה אחרים (כגון הובלת סחורות). תחבורה הינו מגזר חשוב ומרכזי בתחום האנרגיה. במדינות ה-OECD בערך שליש מצריכת האנרגיה מקורה בתחבורה. הביקוש ילך ויגבר. כאשר 97% מהתחבורה תלויים במוצרי נפט כיום וקיים מספר מאוד מצומצם של טכנולוגיות, יש לכך השלכות על המצב הביטחוני-לאומי. האפשרויות העיקריות העומדות בפנינו:

- שיפורים משמעותיים בנצילות האנרגטית לק"מ
- מעבר לדלקים פחות עתירי פחמן (דקרבוניזציה)
- שינוי דפוסי השימוש בתחבורה ע"י הצרכנים

כאשר בוחנים את צריכת האנרגיה של צורות שונות של הובלות נוסעים (קילוואט-שעה לק"מ לאדם), יש עדיפות חזקה מאוד לרכבת; כך גם בהובלת סחורות. למרות זאת, בארץ נשענים מאוד על הובלה במשאיות.

יש לקדם את נושא הרכב החשמלי. היעילות האנרגטית גבוהה ב-50% לפחות לעומת רכב מונע בבנזין. ניתן לנצל חשמל המופק ממקורות אנרגיה נקיים. זה מאפשר השתחררות מתזקי נפט, שליטה יעילה בהרבה על פליטת המזהמים הכוללת וחיסול הזיהום המסוכן בערים, בגובה האדם. יש היגיון ליישם רכב חשמלי בתוך הערים. כשעושים ניתוח של WTW(well-to-wheel) יש עדיפות רבה לרכב חשמלי.

אי אפשר לפתור את בעיית התחבורה בלי להיכנס לאופי של היישובים שבהם אנחנו גרים. תחבורה היא חלק בלתי נפרד של עיר בת-קיימא ופיזור אוכלוסין תואם. זו בעיה כאשר בונים ישוב ורק אח"כ חושבים על התשתית לתחבורה.

לפעמים נראה שהמכשולים בישראל נובעים מסיבות טכנולוגיות או כלכליות, אבל לפעמים הסיבות יותר פרוזאיות:

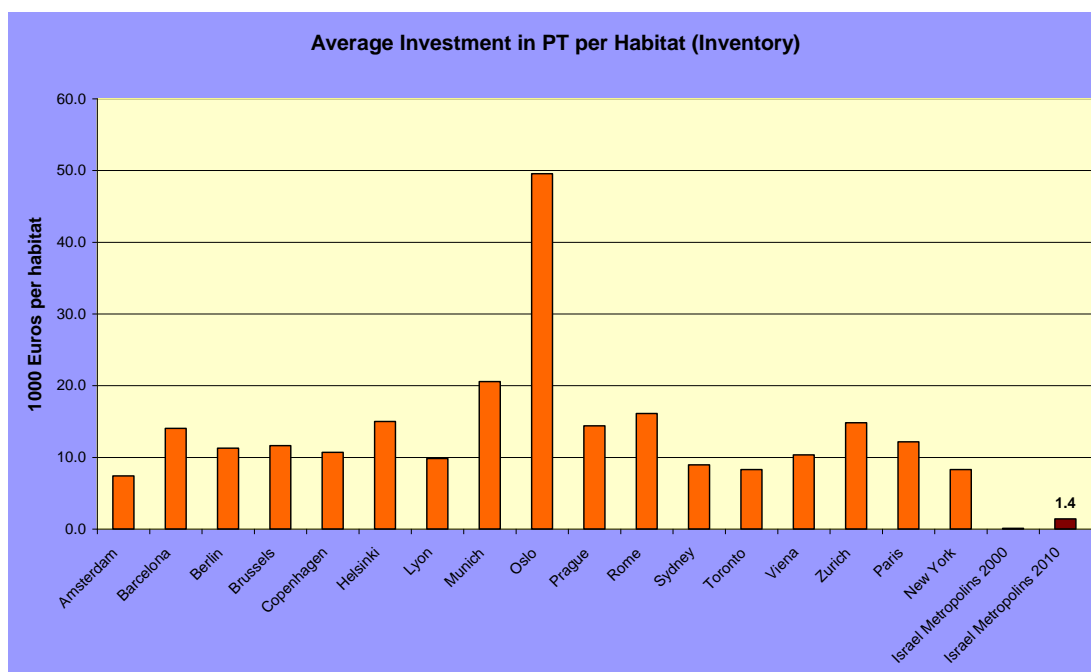
- האידיאל בעיני הישראלי: אמריקה, ולא ערים אירופאיות שיותר מתקדמות בתחום הזה.

- הטבת הרכב הצמוד/ הוצאות רכב במקומות העבודה.
  - האתוס של פיזור האוכלוסייה בארץ – מקימים ישובים חדשים במקום לחזק את הקיימים.
  - היחס הדיכוטומי במדיניות האוצר: בעיית ההכנסות ממס על תחבורה מול מדיניות סביבתית ובריאותית, תאונות דרכים, תגבור ושדרוג התשתית.
  - היעדר תחבורה ציבורית בשבת.
- ממליץ לעיין בדו"ח <sup>1</sup>FACTOR 5 – בפרק על התחבורה יש מידע רב כיצד ניתן להוריד את צריכת האנרגיה באמצעות שינויים בתשתיות וכן המלצות ספציפיות לסוגי כלי הרכב.

**פרופ' יורם שיפטן , המכון לחקר התחבורה, הטכניון  
צעדים ליישום תכנון תחבורה בת-קיימא**

אתמקד בדברי בצד של המדיניות, לא בצד הטכנולוגי כי זה כשלעצמו לא פותר את הבעיה התחבורתית. השינוי העיקרי יכול לבוא רק משינוי בהרגלי הנסיעה של הציבור. כאשר מסתכלים על ההשקעה בתחבורה ציבורית בעיר תל אביב לעומת ערים אחרות בעולם, תל אביב נמצאת בתחתית הרשימה.

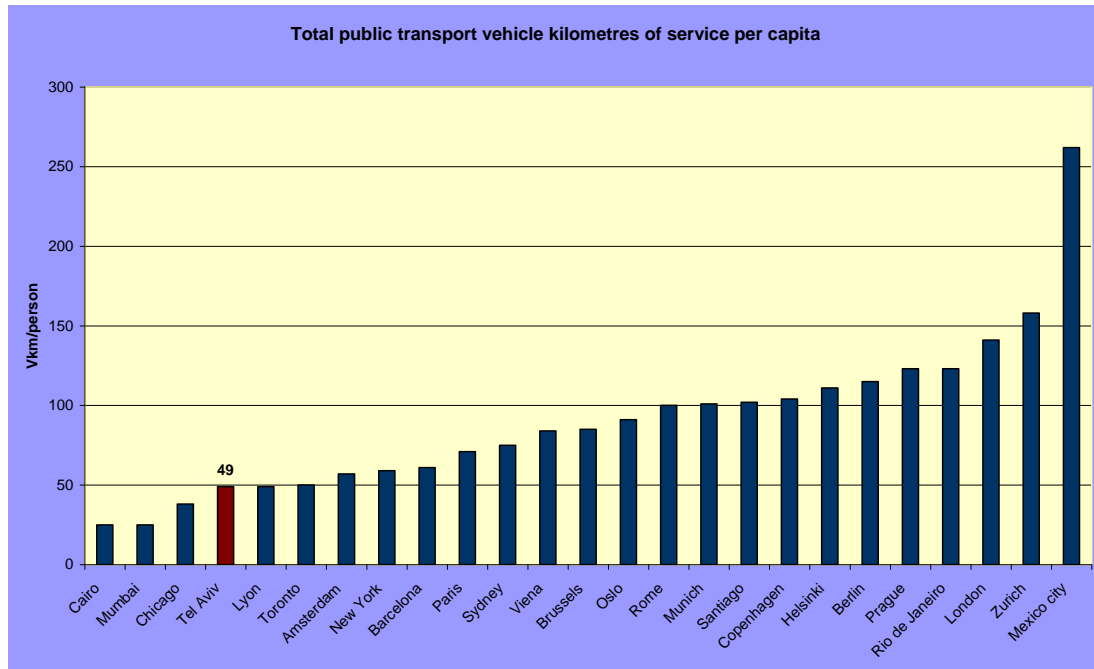
**איור 1: השקעה ממוצעת בתחבורה ציבורית לנפש**



<sup>1</sup><http://www.naturaledgeproject.net/factor5.aspx>

גם כשבוחנים את היצע התחבורה הציבורית לתושב, תל אביב מדשדשת בסוף הרשימה.

## איור 2: סך ההיצע של תחבורה ציבורית לתושב



הדוגמאות הן עוד רבות: במהירות הממוצעת של תחבורה ציבורית, תל אביב נמצאת במקום מאוד נמוך מול ערים אחרות, והשימוש בתחבורה ציבורית מאוד נמוך (0.3 נסיעה ביום בממוצע). לעומת זאת, מבחינת השקעה בתשתיות כבישים לתושב, תל אביב נמצאת במקום טוב באמצע, וכאשר בוחנים את מספר מקומות החניה לעובד בתל אביב, העיר נמצאת במקום הראשון – כלומר יש הרבה אופציות לחניה והעיר בעצם מעודדת שימוש ברכב פרטי. בישראל קיימה בעיה במיסוי הרכב, המיסוי הוא על קניה ולא על שימוש בשעות הגודש. המפתח הוא תחבורה ציבורית טובה, עם הרבה אמצעים משלימים. צריך לשנות את שיטת התמחור. אסור להסתכל על השינוי כשיקול כלכלי מול סביבתי, אלא לבחון את שניהם יחדיו. כשלי שוק מגבירים את התלות ברכב הפרטי:

- יש הערכת חסר של ההשפעות החיצוניות של הרכב הפרטי. השימוש במודלים מוטה לטובת שימוש ברכבים פרטיים לעומת תחבורה ציבורית.
  - יש תמחור חסר של השימוש בכביש – המשתמשים אינם נושאים בעלות.
  - קיימת הקצאת משאבים ייחודים לפיתוח כבישים.
  - קיימת מדיניות נדיבה בכיסוי הוצאות רכב ובחניה ע"י מעבידים.
- המלצות להתייעלות:
- הגדלה משמעותית של ההשקעות בתחבורה ציבורית
  - תכנון מושכל של מערכת התחבורה הציבורית תוך נתינת דגש על שרות מדלת לדלת התלוי במהירות הנסיעה, בנגישות התחנות ובתדירות השרות
  - פיתוח מדדים מתאימים לתפקוד המערכת

- שיפור המודלים וכלי ההערכה. לא מבינים מספיק את התגובה של נהגים לאמצעי מדיניות. ישנם צעדים ראשוניים בכיוון זה – עובדים על זה בערים תל אביב וירושלים.
  - על תכנון התחבורה בתל אביב אחראים הרבה גורמים ודרושה ראייה כוללת של גוף אחד שירכז את זה – רשות תכנון מטרופולינית.
  - בחינה של חלופות מגוונות ותהליך מובנה של בדיקת הכדאיות.
- חשוב לציין שב-15 השנים האחרונות יש שינוי מגמה חיובי ביותר בקרב מקבלי ההחלטות הן בהקצאת משאבים והן בהתוויית מדיניות. ישנה מגמת עליה בהשקעה בתחבורה ציבורית. ב-1996, 5% מסך ההשקעות בתשתיות תחבורה הלך לתחבורה ציבורית, והיום ערך זה עומד על כ-50%. במקביל חלו שינויים במדיניות מיסוי הליסינג, וישנו פיתוח מואץ של נתיבי תחבורה ציבורית בלעדיים. התהליך נכון, אך מאוחר ואיטי מדי. חייבים לתת העדפה לאומית לתחבורה ציבורית.
- כמו כן חייבים להשקיע בפיתוח כוח אדם בתחום, שכן אחד מחסמי הפיתוח המרכזיים הוא החוסר העצום של מהנדסי תחבורה בארץ.

#### **איל דוידוביץ - מנהל אגף פיתוח תשתיות ובניה, עיריית אשדוד** **אשדוד - עיר מודל לתחבורה בת קיימא**

העיר אשדוד פרוסה על פני שטח של כ- 50,000 דונם ובה 240,000 תושבים ואורך כבישים של 262 ק"מ.

ב-2011, הוציא משרד התחבורה קול קורא לבחירת עיר מודל לתחבורה בת קיימא. המטרה הייתה לעודד מעבר נוסעים מרכב פרטי לשימוש באמצעי תחבורה בת קיימא (תחבורה ציבורית, אופניים, הליכה ברגל וכד'). הפרויקט היה מובנה; הוגדרו מספר נושאים שנדרש היה לטפל בהם והם קיבלו ניקוד. אחת המטרות החשובות של התחרות הייתה ליצור חשיבה פנימית בתוך הרשויות על מערכת התחבורה האופטימלית ברשות תוך דגש על אחריות הרשות.

התכנית כללה מספר מרכיבים :

1. העדפה לתחבורה ציבורית בצירים ראשיים - כיום באשדוד אין נתיב תחבורה ציבורית אחד. התכנית מגדירה כי בארבעה צירים מרכזיים בעיר תופעל תשתית העדפה לתחבורה ציבורית. התשתית תכלול: נתיבים בלעדיים, מערכת שליטה ובקרה ברמזורים, העדפת תחבורה ציבורית ברמזורים ואכיפה באמצעות מצלמות. הרשת תאפשר תנועה מהירה ורצופה בתחבורה ציבורית בעיר וקישוריות טובה למוקדי הביקוש.
2. שיפור התשתית הפיזית בתחנות - השדרוג יכלול: סככות חדשות ומעוצבות כולל תאורה, שיפור סביבת התחנות ושיפור הנגישות לבעלי המוגבלויות. כמו כן התחנות גם יכללו תצוגה ומידע קולי של זמני נסיעה ומסלולים.
3. שימוש בטכנולוגיות מתקדמות – בדומה למערכות מתקדמות בעולם יותקנו בקווים הראשיים מערכות כרטוס ותיקוף אוטומטיות, מערכות מידע בזמן אמת, מערכות לתכנון מסלול הנסיעה ועוד.
4. תשתית שבילי אופניים – כיום אכן קיימים בעיר שבילי אופניים אולם הם לא נותנים מענה לקישוריות למוקדי הביקוש ולא מתפקדים כמערכת מלאה. במסגרת התכנית תוכנן מערך כולל

של שבילי אופניים שיסללו בצירים אורכיים ורוחביים ראשיים בעיר באופן שיאפשר שילוב של מערך האופניים ומערך הולכי הרגל והתחבורה הציבורית.

5. תשתית הולכי הרגל – במסגרת התכנית תוכנן מערך שבילים משלים למערכת התחבורה הציבורית תוך חיזוק הקשר למוקדי המסחר והשטחים הציבוריים. כמו כן תוכננה הפיכת רחוב רוגוזין לכיכר עירונית באמצעות פיתוח של תשתיות הרחוב. פיתוח תשתית הולכי הרגל הינו אמצעי משלים משמעותי. בכוונת העירייה לעודד התחדשות עירונית ברובעים הוותיקים של העיר.

6. מדיניות חנייה – עפ"י בדיקה שנערכה לצורך התוכנית באשדוד יש למעלה מ-29,000 מקומות חניה ומתוכם רק 2% הינם בתשלום. משמעות נתון זה כי לכל משפחה שנייה יש מקום חניה ברחוב. במסגרת התוכנית ישנה התחייבות להגדיל במידה ניכרת את מספר החניות בתשלום. בשלבים הראשוניים יעשו זאת בעיקר בצירי התחבורה הציבורית ובטווח הארוך בעיר כולה.

7. אמצעים נוספים – העירייה כמודל: תכנית לעידוד עובדי העירייה להוות דוגמה בבואם לעבודה תוך שימוש באמצעי תחבורה בת קיימא (תחבורה ציבורית, אופניים, ברגל). אחת הבעיות בנושא זה היא ההתמודדות עם נושא אחזקת הרכב המשולמת לעובדי העירייה.

8. הכנת תכנית להעלאת מודעות בקרב מפעלים ועסקים לשימוש העובדים במערכת תחבורה בת קיימא.

9. מיזם השכרת אופניים חשמליים – מדובר במודל חדשני המתבסס על השכרת אופניים חשמליים לזמנים קצרים. נבחנה פריסת רשת השכרת אופניים רגילים (כפי שנעשה היום בתל אביב) אולם רשת כזו, בשונה מאופניים חשמליים, דורשת עמדות רבות על מנת להיות יעילה ולכן עלותה ביחס לתועלת הינה גבוהה.

תועלות מהתכנית לעיר הינן רבות :

- מהווה בסיס רציני ומשמעותי להתחדשות עירונית ולהמשך התפתחות העיר.
- קפיצת מדרגה בניידות.
- עידוד מעבר נוסעים מרכב פרטי לאמצעי תחבורה בת קיימא.
- שיפור איכות הסביבה.
- שיפור הנגישות והניידות עבור בעלי מוגבלויות.

לדעתי העובדה כי משרד התחבורה יישם קול קורא זה כתחרות תוך מתן תקציב משמעותי למימוש התכנית (220 מיליון ₪ להשקעה בתשתיות ו-7 מיליון ₪ לפרסום) עודד עיריות רבות להתמודד עם סוגיה זו תוך לקיחת אחריות פנימית על תחום זה שהינו בשגרה באחריות משרד התחבורה.

**פרופ' אראל אבינרי - ראש המרכז לתשתיות תחבורה ולוגיסטיקה, מכללה אפקה להנדסה**

**שינוי התנהגות תחבורתית: תובנות מתחום הכלכלה ההתנהגותית**

באירופה המודעות לתחבורה ולשינוי אקלימי גבוהה מאוד, הן בקרב הדרג הפוליטי והן בקרב הציבור הרחב. ההשפעות השליליות המתקשרות לתחבורה הן רבות ומגוונות, אבל יש ביניהן קורלציה והכל מתכנס במסגרת הדיון הציבורי לנושא של שינוי אקלימי. פורומים בינלאומיים הגדירו צורך להוריד את עליית הטמפרטורה הגלובלית עד לא מעבר ל-2 מעלות צלסיוס מערכה לפני העידן התעשייתי, ולשם כך צריך להוריד את פליטות הפחמן. התחבורה היבשתית בפני

עצמה אחראית לכ- 25% מסך הפליטות; להשגת היעד יש להוריד את פליטות התחבורה בסדר גודל של 80% עד 2050. זה דורש להגיע לערכים של לא יותר מ- 50 עד 100 ק"ג לנפש לשנה של פליטות פחמן בתחבורה. היום הממוצע הגלובלי הוא 500 ק"ג. לשם כך צריך ליישם שינוי התנהגות עצום או שינוי טכנולוגי, או שילוב של השניים. ישראל הכריזה על מטרתה להפחית פליטות ב- 20% (לעומת תסריט בו לא עושים דבר). ישראל אומרת שהיא תצליח לעשות את ההפחתה הזו עד 2020 דרך חדירה של 10% אנרגיות מתחדשות. (הערה: מאז מפגש פורום זה חלו שינויים בסדרי העדיפויות הממשלתיים לגבי שינוי אקלימי, כפי שמשקף מתקציב המדינה).

אחת הגישות מציעה להשיג את המטרה בעיקר בעזרת שיפורים טכנולוגיים: רכבים חשמליים, דלקים חלופיים, אנרגיות מתחדשות, יעילות אנרגטית. השאלה העיקרית היא האם החדשנות הטכנולוגית הזו יכולה לסייע להגיע ליעדים של 2020? האם זה יכול לתת מענה לגידול בביקוש לתחבורה? הטענה העיקרית כנגד הסתמכות על גישה זו בלבד, היא כי רוב הפתרונות הטכנולוגיים הם לטווח ארוך ולכן אינם יכולים לתת מענה לטווח הזמן שאנחנו מדברים עליו. מה גם שניסיון העבר מלמד אותנו ששיפורים אנרגטיים וטכנולוגיים מובילים להוזלת השימוש ברכב ולגידול בביקוש לנסיעות.

יש צורך במדיניות המעודדת שימוש בתחבורה בת-קיימא, שינויי התנהגות, שיפור בתכנון אורבני, שינויים בתשתיות התחבורה, תמחור נכון הכולל את ההשפעות החיצוניות. יש לעבוד על הצד הפסיכולוגי על מנת לשנות התנהגות. יש צורך בשינוי המודעות ובשינוי נורמות חברתיות.

בנוסף לשיטות המקובלות לשינוי התנהגות תחבורתית, הנהוגות במערב אירופה, יפן, אוסטרליה, ומקומות אחרים, קיים דיון ציבורי ומדעי על השימוש בתובנות מתחום הכלכלה ההתנהגותית לעידוד התנהגויות "נכונות" וזאת מבלי לצמצם את מרחב הבחירה של אלטרנטיבות תחבורתיות עבור הפרט. ההחלטות שלנו תלויות ברקע ולא רק בתוכן וזה מה שיכול לשנות את ההתנהגות שלנו. (Thaler & Sunstein (2008) מציעים כי שינויים קלים בסביבת קבלת ההחלטות עשויים לתרום לשינויי התנהגותי ("nudges"). סקירה של תובנות מתחום הכלכלה ההתנהגותית ויישומן לעידוד תחבורה בת-קיימא מובאת במאמר אחרון Behavioral insights toolkit (Avineri, 2012) שפותח ע"י משרד התחבורה הבריטי (DfT, 2011) ומביא מספר דוגמאות ליישום כלים ממדעי ההתנהגות בשינוי התנהגות תחבורתית. למשל – תפיסת רווח והפסד באופן שונה ("שנאת הפסד"). סיפרו לאנשים כמה פליטות פחמן מייצרות חלופות תחבורה עבור אותו מרחק (Avineri & Waygood, 2013), כפי שמודגם באיור מספר 3; האינפורמציה הקריטית נשארה זהה, אך נעשה שימוש בסמנטיקה שונה - פעם אחת הודגש הרווח ופעם אחרת הודגש ההפסד. למרות שזה לא אמור לשנות שום דבר, כאשר מדגישים את הרווח, תגובות האנשים היו שהם לא מבחינים בהבדל בין החלופות, ולעומת זאת כאשר מדגישים את ההפסד, אנשים ראו את ההבדל בין פליטות הפחמן של החלופות כמשמעותי. זהו כלי אחד מתוך רבים שניתן להטמיע בתיאור מידע תחבורתי, המדגיש את הצורך לשנות את הרקע (הקונטקסט) ולא (רק) את התוכן. שינוי סביבת קבלת ההחלטות על מנת להשפיע על הפסיכולוגיה של אנשים.

איור 3: שימוש ב-nudge ("שנאת הפסד") לשינוי תפיסת ההבדל בין חלופות תחבורתיות.

(מתוך Avineri & Waygood, 2013)

*Loss framing for comparison set:*

- Mode X produces 500g of CO<sub>2</sub> for a 5 mile trip. The amount produced by mode Y is **2900g higher (i.e. worse)**

*Gain framing for comparison set:*

- Mode X produces 3400g of CO<sub>2</sub> for a 5 mile trip. The amount produced by mode Y is **2900g lower (i.e. better)**

פרופ' אופירה אילון – מוסד שמואל נאמן

עלויות ותועלות חיצוניות משימוש ברכב חשמלי בישראל, דנמרק וצרפת – מחקר השוואתי

מדובר במחקר במסגרת התכנית האירופאית FP7, שנועד, בין היתר, להעריך את התועלת בשיפור איכות האוויר כתוצאה משימוש ברכב חשמלי. העבודה דנה בתחבורה יבשתית, בכלי רכב פרטיים מונעים בבנזין או בדיוזל, אשר להם פליטות שגורמות להשפעות שליליות, לדוגמא, השפעות בריאותיות, ירידת יכולים חקלאיים וכד' (ניתן לכמת השפעות אלה כספית, והן נקראות עלויות חיצוניות).

ביום כיפור בישראל, או כאשר אנחנו נמצאים במלחמה – התעשייה ממשיכה לעבוד, אבל כלי הרכב לא עובדים. כך ניתן לזהות עד כמה משמעותי הוא החלק של תחבורה בזיהום אוויר. עבודה שנעשתה בזמן מלחמת לבנון השנייה מראה כי הייתה ירידה משמעותית בזיהום אוויר בחיפה בגלל הירידה החדה בשימוש בכלי רכב.

בעבודה הזו, בדקנו את תמהיל הדלקים לייצור חשמל ל-3 מדינות: דנמרק, צרפת וישראל (בהקשר לכך ש-Renault היא החברה שייצרה את כלי הרכב החשמליים של Better Place). בחנו את רמת הפליטות החזויה מרכבים קונבנציונאליים (מנועי שריפה פנימית) על פי התקנים של אירו 6, רמת פליטות חזויה עפ"י נתוני אמת (real world), שהם גבוהים יותר מהתקן וכן פליטות חזויות מתחנות הכוח המייצרות חשמל. בהינתן ציי הרכב החשמלי החזויים, הפליטות הוערכו ולאחר מכן הוערכה העלות החיצונית הכוללת של זהום האוויר (המתקבלת מהכפלה של כמות המזהמים בעלות החיצונית של כל טון מזהם)



**טבלה 1: עלויות חיצוניות של מזהמים מתחבורה**

<u>מזהם</u>	<u>עלות חיצונית של מזהמים מתחבורה (ש"ח לטון)</u>
מזהמים אורגניים נדיפים	20,110
תחמוצות חנקן	70,733
PM2.5 חלקיקים	136,638
חלקיקים PM10	88,773
פחמן חד חמצני	6,118
פחמן דו חמצני	103

מקור: בקר וחברת כיוון 2011. חישוב העלויות החיצוניות של זיהום אוויר מתחבורה, תעשייה ומייצור חשמל בישראל<sup>2</sup>

התחזיות מצביעות על כך שעד 2020, תמהיל הדלקים בישראל יהיה 25% פחם, 65% גז, ו-10% אנרגיות מתחדשות. בצרפת, החשמל מיוצר מ- 74% גרעין ו- 17.6% אנרגיות מתחדשות, ובדנמרק ההערכה היא כי 29% מהחשמל יופק מפחם, 24% גז, 47% ביומסה ואנרגיות מתחדשות.

מהמחקר עולה כי ככל שתמהיל הדלקים להפקת חשמל נקי יותר, ככל שמוחלפים יותר רכבים מונעי דיזל וככל שיותר אנשים נחשפים למזהמי האוויר התחבורתיים (שיעור גבוה יותר של אוכלוסייה עירונית), התועלת מהחלפת מכוניות קונבנציונאליות במכוניות חשמליות עולה. התועלת, כאמור, נובעת ממניעת זיהום תחבורתי (הנפלט במרכזי הערים, ממפלט המכונית) והמרתו בזיהום אוויר מייצור חשמל (הנפלט רחוק ממקום ישוב ובגובה רב).

לגבי ישראל, נבחנו 24 תרחישים שבהם יש שיעורי חדירה שונים של רכבים חשמליים ושיעורי חדירה שונים של אנרגיה מתחדשת לייצור חשמל (וכאמור, ככל שהאנרגיה לייצור חשמל נקיה יותר- התועלות עולות). עוד מתקבל, כי עיקר התועלת היא מהפחתת פליטות פחמן דו חמצני. התועלת הכוללת המתקבלת בישראל מהחלפת רכב מנוע שריפה פנימית ברכב חשמלי נעה בין 10 יורו לרכב ל 10,000 ק"מ (בתרחיש הפסימי ביותר, בו אין חדירה של אנרגיות מתחדשות כלל) עד 92 יורו לרכב ל 10,000 ק"מ (בתרחיש בו החשמל מיוצר מ- 100% אנרגיה מתחדשת). בצרפת התועלת מגיעה ל 71-117 יורו לרכב ל 10,000 ק"מ ובדנמרק- 58-91 יורו לרכב ל 10,000 ק"מ.

**ד"ר מרים לב-און וד"ר פרי לב-און The Levon Group LLC**

**The Role of Natural Gas in Sustainable Transportation**

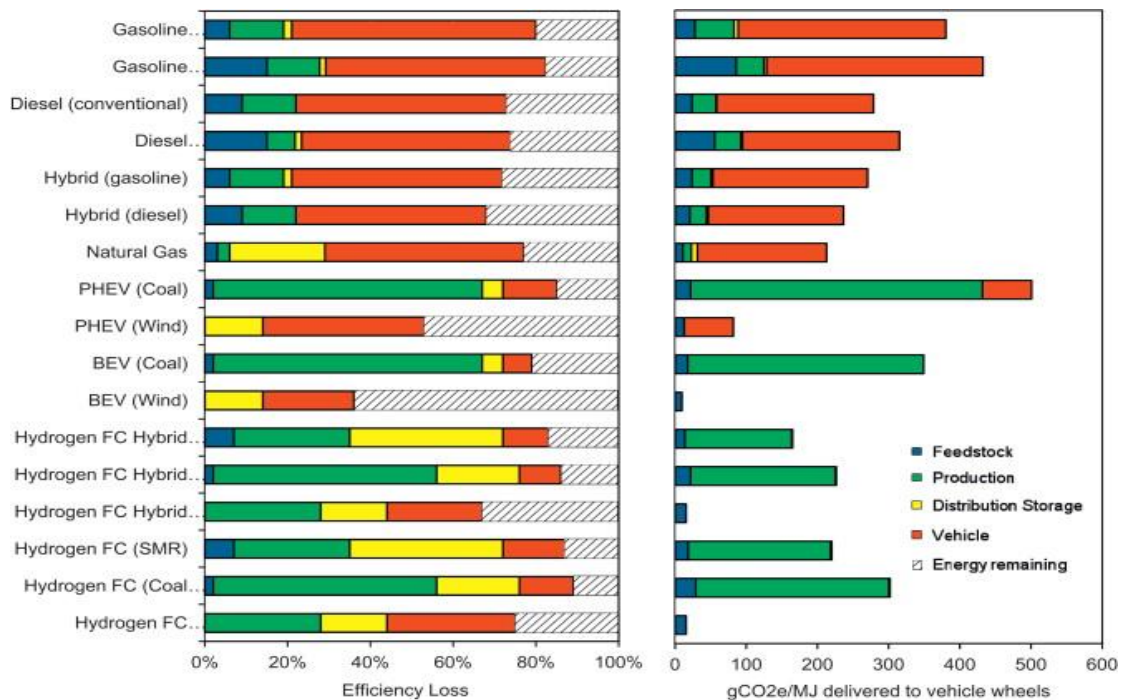
כאשר התקיים המו"מ באו"ם לגבי אמצעי מדיניות בנושא של שינויי אקלים, קצת הזניחו את התחבורה בחשיבה הראשונית, אך בשנתיים האחרונות מוקדשת תשומת לב רבה לנושא הזה כולל בדיקה של אמצעי מדיניות חדשים. אמצעי מדיניות אלה כוללים התייחסות לדלקים חלופיים וגם יישומם בפועל בהתאם לטכנולוגיות ההנעה של הרכבים. רגולציה אינטגרטיבית של

<sup>2</sup> [http://www.sviva.gov.il/AboutOffice/Documents/aircost/AirNirB\\_1.pdf](http://www.sviva.gov.il/AboutOffice/Documents/aircost/AirNirB_1.pdf)

התחבורה צריכה להתבסס על צריכת האנרגיה של הרכבים (צריכת הדלקים) כאשר תקני הפליטה עבור ציי רכבים ניתנים ביחידות של כמות גז נפלטת ליחידת מרחק נסיעה, מבלי לציין את סוג הדלק. לפיכך, כל מערכת תחבורה בת-קיימא צריכה להימדד לפי סה"כ הפליטות שהיא מייצרת, שהם תוצאה של שלושה גורמים עיקריים:

1. העצימות הפחמימנית של הדלק עצמו,
2. העצימות האנרגטית של מנועי הרכבים והתקני מניעת זיהום אויר,
3. דרישת הקילומטרז' (נסועה)

**איור 4: יעילות ועצימות של דלקים שונים**

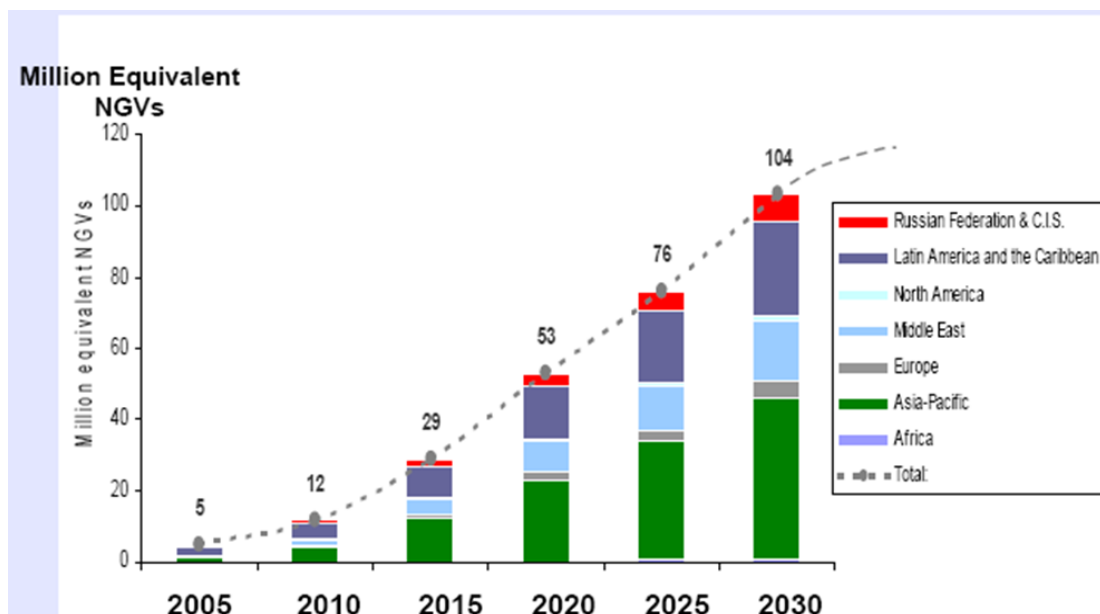


כאשר בוחנים את היעילות האנרגטית של דלקים שונים צריך לקחת בחשבון את המקור להפקת האנרגיה, היות והוא עלול לתרום באופן משמעותי לכלל הפליטה ממחזור החיים של הדלקים. למשל, יש הבדל גדול בסך הפליטות של רכבים חשמליים או היברידיים אם החשמל מיוצר ע"י פחם או ע"י מקור אנרגיה אחר. גם עבור תחבורה המונעת בגז טבעי חשוב לבחון את דרך הייצור וההולכה של הגז ולא רק את הפליטה הסופית ממפלט הרכב.

מספר המכוניות המונעות בגז טבעי הוא פחות מ-1% מכלל הרכבים בעולם, וגם כמות הגז הטבעי המשמשת לתחבורה הינה פחות מ-1% מהצריכה העולמית. העצימות הפחמימנית הנמוכה של הגז הטבעי תורמת להפחתה משמעותית בפליטות של מזהמי אויר ושל גזי חממה. ההשפעה העיקרית ניכרת ברכבים כבדים כגון משאיות ואוטובוסים. בפקיסטאן, לדוגמה, 61% מהרכבים מונעים בגז טבעי, כאשר איראן וארגנטינה מובילות אחריה. מבחינת גזי הפליטה, משאיות חדשות המונעות בגז טבעי מביאות להפחתה של 70%-90% בפליטת CO, ועוד 20%-30% בפליטת CO<sub>2</sub> לכל קילומטר של נסועה לעומת משאיות ישנות המונעות בדיזל.

הרכבים שמונעים בגז טבעי יכולים לשמש פתיה לשימוש במימן. היתרונות של תחבורה שמונעת בגז טבעי כוללים: איכות אוויר יותר טובה בערים, פחות רעש, הפחתת השימוש בנפט וכדומה.

### איור 5: צפי הגידול של רכבים המונעים בגז טבעי בעולם



כפי שניתן לראות באיור לעיל, הגידול העיקרי ברכבים מונעים בגז יהיה ב- 2030 באסיה.

ישנם שלושה סוגים של רכבים המונעים בגז:

1. רכב המיועד להנעה רק בגז
2. רכב המותאם להנעה בשני דלקים - bi-fuel - (שתי מערכות תדלוק שונות)
3. רכב דו-דלקי - dual-fuel - (בדרי"כ כלי רכב כבדים המונעים בגז והמשתמשים בדזל בכדי להתניע)

חסמים לחדירת כלי רכב מונעים בגז לשוק:

- קיימים מעט מאוד מודלים של רכבים כאלו כיום
- פיתוח איטי של הטכנולוגיה
- מחסור בתשתית להובלה ותדלוק בגז
- ביצוע ירוד של כלי רכב שעברו התאמה להנעה בגז
- תדמית של כלי רכב מונעים בגז כבעייתיים מבחינה בטיחותית

דוגמאות מהעולם לשימוש בכלי רכב מונעים בגז:

- חברת UPS בארה"ב, משתמשת בכמעל לאלף משאיות מונעות בגז בקולורדו וקליפורניה
- חברת AT&T בארה"ב, החליפה כ- 7,500 מהמשאיות שלה למשאיות מונעות בגז

- בצרפת, רשת גדולה של סופרמרקטים עורכת ניסוי ומשתמשת במשאיות המונעות בביו-מתאן – הרשת תשתמש בפסולת האורגנית מחנויותיה, ותהפכה לביו-מתאן על מנת לשרת את צי המשאיות שלה.

לסיכום :

- פליטות ממערכות תחבורה תלויות בשלושה גורמים :
  - סוג הדלקים,
  - מרחק הנסיעה,
  - עצימות אנרגטית של הרכב.
- כלי מדיניות שונים נדרשים על מנת לתת מענה לכל אחד מהגורמים המוזכרים לעיל.
- היתרונות שבשימוש בגז טבעי תלויות בנסיבות המקומיות.

## פרק 4: דיון

בחלק השני של הפרקים התקיים דיון פתוח על המידע שהוצג ועל המסקנות האופרטיביות שיש להפיק ממנו. על מנת למקד את הדיון, הוצגו מראש מספר שאלות כדלקמן:

- מהן מגבלות מערכת התחבורה הנוכחית?
- מהו המצב הרצוי?
- מסלולי מעבר בין המצוי לרצוי?
- האם יש לאפשר בכלל תחבורה פרטית במרחב האורבני?
- שיקולים בעד ונגד תחבורה ציבורית מסילתית?

דברי המשתתפים מובאים כאן בסדר בו נשמעו וללא עריכה. בפרק הבא ניתן סיכום ומוצגות מסקנות מדברים אלה.

**פרופ' אופירה אילון:** חבל שערן יעקב ממשרד האוצר (רשות המסים) לא הגיע לכאן היום. צריך לעשות משהו בצורה מאוד דחופה בעקבות הרפורמה להוזלת כלי הרכב. חייבת להיות לפורום הזה אמירה בנושא. בשוק הדיור אנו עדים למגמה הפוכה ממה שקורה בתחום התחבורה בת הקיימא. הוזלת כלי הרכב גורמת לפרבור ולעומס בדרכים.

**ד"ר פרי לב-און:** אני רוצה להתייחס לשלושה נושאים: (1) התחבורה הציבורית בארץ לעומת זו בדרום קליפורניה (אנו גרים גם שם וגם כאן) היא הרבה יותר טובה. יש אמנם מה לשפר, אבל זו אינה הבעיה העיקרית. (2) מיסוי של רכב הנכנס לעיר בשעות העומס – זה נעשה בלונדון ונכשל. מיסוי זה אולי הוריד את מספר הרכבים הנכנסים לתוך העיר, אבל זה יצר אי-סדר ועומס תחבורתי בפריפריה. (3) המדיניות שקובעת כי יש ליעל (להוריד את הפליטות) עד 80% עד 2050 – אינה מציאותית.

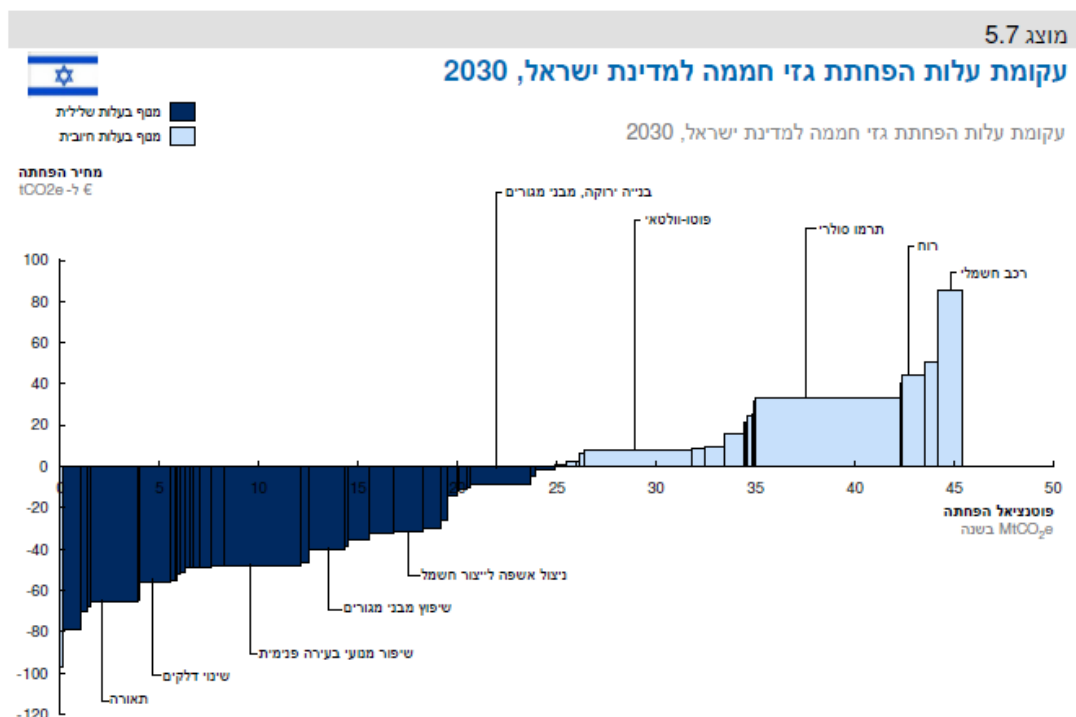
**זאב שדמי:** כאשר עושים שיקולים של יעילות ונצילות של תחבורה ציבורית צריך לחשוב על מספר האנשים בעומסי היום (לדוגמה, רכבת מבית שאן לחיפה, דימונה לבאר שבע). רכבת ביפן היא פתרון תחבורתי מצוין כשאלף אנשים נוסעים מנקודה א' לב' באותו הזמן, אבל לא אם עשרה אנשים נוסעים פעם בשעה.

אמצעים כלכליים המופעלים בישראל לגבי כלי רכב: הגנת מס היא עיוות כלכלי שמביא להחלטות לא נכונות. הערת אגב: כשמנתחים פליטות פד"ח<sup>3</sup> של רכב בארץ תמהיל הדלקים הממוצע אינו נכון; יש לחשב לפי תמהיל הדלקים בייצור בזמן שפל הכולל חלק גדול יותר של פחם. אין שום היגיון מבחינת נצילות האנרגיה בשימוש בגפ"מ. אנשים מסבים רכב לגפ"מ כי הם חוסכים את עלויות המס על הדלק החלופי - בנזין, אבל מבחינת המדינה זו שגיאה. דוגמה אחרת: בטר פלייס. הסיבה העיקרית שהחברה בחרה לפעול תחילה בישראל ובדנמרק היא שיעורי המס על קניית רכב שהם הכי גבוהים בעולם. כאשר יש הטבות מס מופרזות זה מעוות את כל השיקולים הכלכליים שלנו ומוביל לכיוונים לא נכונים. עלויות הרכישה וההפעלה של רכב חשמלי הן גבוהות מאוד.

<sup>3</sup> פד"ח = פחמן דו חמצני

בדו"ח מקנזי הוצגה טבלה של פליטות גזי חממה, ומתוכה הדיאגרמה שבאיור 6. רכב חשמלי נמצא בצד הימני הקיצוני – כ-80 יורו לטון. כפי שניתן לראות בתרשים, העלות למשק כדי לצמצם פליטת טון CO<sub>2</sub> גבוהה בהרבה מכל החלופות האחרות, והמסקנה הנכונה שצריך להסיק ממנו היא שרכב חשמלי הוא האמצעי האחרון שיש לעודד אותו!

איור 6: עלות הפחתת גזי חממה למדינת ישראל, 2030



יש להשקיע בכיוונים אחרים. נכון להיום, הרכב ההיברידי רוכב על גל של מס קניה מופחת. רכב היברידי הוא רעיון טוב כפתרון ביניים. אם תפחת עלות הסוללה זה כיוון טוב. לגבי אחזקת הרכב - מיסוי על רכב כמרכיב שכר, המוקש כאן הוא שזה חלק מהסכמי שכר. למדינה יותר נוח לתת תוספת שכר בצורה שאין לה מרכיב פנסיה. רכב חברה הוא כמו חשמל חינם לעובדי חברת החשמל. מי שסופג את ההוצאה זו המדינה שמפסידה מיסים. צריך לגרום לכך שעלויות השכר יהיו אמתיות ולא לאפשר עיוותי שכר. לגבי השימוש בגז טבעי, צריך להוסיף את הבעיות של תשתית הולכה ומלאי אסטרטגי. גז הוא הרבה יותר בעייתי לאחסון מאשר דלק נוזלי. לא צריך לשים את כל הביצים בסל של הגז. GTL פותר את בעיית האחסנה, אבל יש לו בעיה מרכזית - פליטות הפד"ח בשרשרת הייצור.

**ד"ר אברהם ארביב:** מסכים עם כל מה שזאב שדמי אמר מלבד בנושא הרכב החשמלי. הוא מוביל באופן ברור לחיסכון באנרגיה, מיטיב עם הסביבה ומשחרר אותנו מהתלות בתזקי קי נפט. בעניין המחיר, אתה צודק היום, אבל אין שום סיבה שרכב חשמלי יעלה בעתיד יותר מרכב קונבנציונאלי, כי הוא יותר פשוט מכנית מרכב בנזין. מה שחוסם את ההתפתחות הם המצברים.

קראתי שהממשלה מתכננת לבטל את ההטבה של רכב שירות לעובדיה ובמקומה לתת כרטיס חניס בתחבורה ציבורית. עלות רכב השירות למדינה – כולל רישוי, ביטוח, מקומות חניה וכדומה – היא גבוהה בהרבה. הצעה הוגנת יותר הייתה לתת את הכסף ישירות לעובדים ולאפשר להם לבחור. זה היה מיטיב הן עם הכלכלה והן עם העובדים. אחרת אין לצפות שהעובדים יסכימו לביטול הטבה זו.

עלות מחזור החיים של התחבורה בארץ, פרטית וציבורית, כולל תאונות, זיהום אוויר וכו' – גדולה מאד. חסר מחקר מקיף המראה את כל העלויות, הישירות והחיצוניות. חשוב שהאוצר ידע ויפנים זאת בשיקולי המס, כדי להבין עד כמה הוא צריך להצטער אם מכירות הרכב יורדות. אנשים בארץ התרגלו לגור רחוק ממקום עבודתם ולנסוע בכל יום לעבודה ברכב הפרטי. נצטרך לעבור איזה שלב ביניים, והטכנולוגיה מצביעה על כיוונים של הפיכת הרכב הפרטי לסוג של תחבורה ציבורית – מכוניות שמעלים אותן על כביש מסוים והן נוסעות מעצמן. הטכנולוגיה קיימת ומתפתחת.

**דוד ברמן:** אני משתתף בפורום זה מכיוון שאני מטפל בנושא הדלקים במסגרת תכנית האב למשק האנרגיה. בין השאר אנו מבצעים תחזיות עד 2050. שני מאפיינים של ישראל לעומת העולם המערבי: (1) צריך להשוות את ישראל לאירופה ולא לארה"ב. האוכלוסייה גדלה בקצב שונה מאירופה. הצפיפות בישראל היא הגבוהה באירופה ובמקום השלישי בעולם אחרי הונג קונג וסינגפור. (2) בישראל 2.2 מיליון מכוניות פרטיות וב-2050 יהיו על פי תחזיות שונות כ-5.5 מיליון. השאלה הבסיסית בהקשר למכוניות הפרטיות היא: האם יתכן שהתחזיות השונות לגבי המכוניות הפרטיות בישראל בטווח הארוך (מספר המכוניות והנסועה הכוללת של אותן מכוניות) הן בכלל סבירות בהתחשב בגודש התחבורתי שיווצר במדינה קטנה וצפופה כישראל. אנו צורכים כ-10 מיליון טון תזקיקי דלק בשנה, מתוכם כ-60% לתחבורה יבשתית. אולי אנחנו מחמיצים את מה שעומד לקרות? הנסועה הממוצעת למכונית היא 16,000 עד 17,000 ק"מ בשנה. קיימים 300,000 רכבים צמודים והמכוניות הללו נוסעות יותר. מכיוון שהעלו את המיסוי על הרכב הצמוד, אנשים ויתרו על הטבה זו.

באילו צורות מינוע המכוניות ייסעו? מחיר הבנזין ומחיר הסולר צמודים לאלה שבאירופה ולא למחיר חבית נפט כמו שחושבים, ומרכיב הבלו והמע"מ הוא קצת יותר מ-50% ממחיר הרכב. זה מהווה הכנסה של כ-24 מיליארד ₪ בשנה לאוצר, והוא לא יוותר עליה.

כמעט כל המכוניות הפרטיות בישראל הן מכוניות בנזין לעומת אירופה שם יותר מ-50% מהמכוניות החדשות הן מכוניות דיזל (סולר תחבורה), שהוא יותר יעיל ויותר נקי (חוץ מחלקיקים). בין בנזין לסולר יש עדיפות לסולר. גפ"מ מזהם יותר מכל דלק אחר (במכוניות החדשות – תקני יורו 5 ומעלה) אבל משתמשים בו משיקולי מס.

הרכב ההיברידי הוא פתרון ביניים טוב. הרכב החשמלי מתאים למכוניות קטנות לערים. מבחינת הרכבת, כאשר תהיה רכבת מהירה מתל אביב לירושלים, יהיה מדהים לראות כמה אנשים ייסעו בה.

**זאב שדמי:** הרכבת זניחה וכמעט שאינה פותרת שום בעיה. יש בשנה 600 מיליון נסיעות באוטובוסים ו-30 מיליון נסיעות ברכבת.

**פרופ' גרשון גרוסמן** : מבקש מהדוברים להתייחס לשאלות שהוכנו למיקוד הדיון. עד עכשיו לא שמענו התייחסות לנושא הצפיפות בערים.

**ד"ר לאה כרמל-גורן** : חסרה בדיון נקודת המבט של האזרחים והצורך שלהם להתנייד. אם אין חלופה שהיא גם נוחה וגם כדאית כלכלית לא נוכל להביא לשינוי. בצד הטכנולוגי נעשים היום דברים רבים וחווים את ההכרח שהפתרון יהיה משהו באמת כלכלי. בטווח הנראה לעין - הנעת הרכבים הפרטיים וגם המשאיות תהיה בעיקרה ע"י מנועי בעירה פנימית. החלופות צריכות להיות מופנות לנתיב הזה. אנחנו חושבים ש-CNG מהווה פתרון למשאיות ורכבים כבדים שבהם צריכת הדלק והנסועה גבוהים. CNG משלב יתרונות סביבתיים עם יתרונות כלכליים. היכולת לפרוץ דרך בנושא ה-CNG היא לייצר אופק ברור בתשתית רגולטורית וכלכלית. מדינת ישראל צריכה להחליט מה האינטרס שלה, לקחת מודלים קיימים בעולם ולהתאימם לארץ. משאיות שנוסעות היום בכבישים צריכות לעבור הסבה ובכך להתגבר על "הביצה והתרנגולת" עד לפריסת התשתית לתדלוק. גם מערכות דואליות יכולות לתת מענה טוב ויכולות להתגבר באופן הדרגתי על פריסת התשתיות אולם עלות משאיות כאלה גבוהה ב-20%-30% ממשאיות סולר סטנדרטיות. כיוון שמדובר בעלויות לא מבוטלות הן לבעלי המשאיות והן לחברות הדלק בהקמת תשתית התחנות, זה לא יכול לקרות ללא מדיניות ברורה לגבי מחיר הגז והמיסוי עליו.

**ד"ר מרים לב-און** : הייתה החלטה בנושא זה של בית הדין הגבוה בהודו. בית הדין החליט שכל האוטובוסים במדינה יעברו להנעה בגז טבעי. הביצועים של האוטובוסים הללו הם פחות טובים מכיוון שהם ישנים. יש דו"ח של ה-IEA המביא ניתוח ודוגמאות על התפקיד של גז טבעי בתחבורה בת קיימא<sup>4</sup>.

**ד"ר שלמה ולד** : אין פתרון קסם יחיד לאמצעי התחבורה בעתיד. הפתרון הנכון הוא שלכל מקום יש אמצעי שהוא הטוב ביותר לאותו מקום ובאותו זמן. אם יש כיום תחנות שיש בהן חמישה סוגים של דלקים, בעתיד יהיו תשעה ועשרה, והמגוון היותר גדול ילווה אותנו. לגבי היחס בין רכב חשמלי לבין רכב עם מנוע בעירה פנימית (IC)<sup>5</sup> : היעילות של כלי הרכב IC השתפרה לאין ערוך, ועוד לא הגענו לרוויה. לישראל יש כיום גז טבעי ממקור עצמי שיהיה בהכרח יותר זול מדלקים מיובאים אפילו לאחר מיסוי, ולכן יש לעודד דלקים מבוססי גז, גם CNG וגם GTL-LNG. ל-GTL יש יתרונות אקולוגיים בהיותו נקי מגפרית וכדומה, וגם היבטים אסטרטגיים : ניתן להפיק ולהגדיל את המצבורים הקיימים. הנעה חשמלית אינה חייבת להיות בטעינה. קיימת אפשרות בה ייצרו את החשמל מדלק ברכב עצמו (on-board) וזהו למעשה רכב היברידי. הרכב יכול להיות יעיל לא פחות מאשר הנעה בחשמל המיוצר בתחנת הכוח עם הפסדי הולכה וכדומה. מתחילים לחשוב על מקור האנרגיה בצורה הוליסטית - Heat recovery גם בכלי רכב. כל מגוון כלי הרכב ילווה אותנו לאורך זמן.

<sup>4</sup> International Energy Agency (IEA), "The Contribution of Natural Gas Vehicles to Sustainable Transport", Working Paper, Paris, France, 2010.

<sup>5</sup> IC=Internal Combustion CNG=Compressed Natural Gas LNG = Liquefied Natural Gas GTL = Gas to Liquid



ד"ר ארביב אמר שלא מגבשים גרעיני התיישבות. זה מצב זמני, כי ישראל היא מדינה קטנה וכל אזור שניתן לאכלס בסופו של דבר יאוכלס. לא אנחנו הגוף שיקבע את מדיניות פיזור האוכלוסייה בישראל. חייבים להבטיח חיבור וגיבור תחבורתי לכל אדם מכל מקום לכל מקום. עשו כאן טיפול תחבורתי שהיה מדהים מבחינה עולמית. אנשים רוצים לנסוע באוטובוס אחד מנקודה לנקודה. מערכות התחבורה החדשות הן נגד אותו דבר שבו היינו מוצלחים, ועושים תיקון לאחור. תחבורה מסילתית מתאימה לנפח נסיעה גדול בזמנים מסוימים. אולי גם בחלק מסוים של אזורים עירוניים.

**זאב שדמי:** זה לא מעשי בארץ – באירופה מדברים על רכבות רק מ-200 ק"מ. רכבת משא לאילת היא צעד לא נכון.

**ד"ר שלמה ולד:** ב-CNG קיים אפקט ביצה ותרנגולת. לא יהיה CNG אם לא יהיו מספיק תחנות דלק עבורו, אבל אף אחד לא מקים תחנות דלק מכיוון שאין CNG.

**מילכה כרמל:** מכהנת כיועצת סביבתית של מרכז השלטון המקומי. העתיד של ערינו תלוי באופי התחבורה במידה שאינה נופלת מזו של התכנון של המבנים. תחבורה בת קיימא היא תנאי הכרחי לסביבה עירונית בריאה ומקיימת. יש לחשוב על העתיד של ערינו ואיך הן תיראנה בשנים הקרובות – לבל תהיינה סתומות מפקקי תחבורה. תחבורה ציבורית כאלטרנטיבה לנסועה פרטית, הכוללת - מערכות לשבילי אופניים ושבילי הליכה רגלית היא אולי הגורם המשמעותי ביותר לקראת יצירת סביבה נקייה ממזהמים בערים ובת-קיימא. תחבורה ציבורית תדירה, זולה ונקייה, תאפשר לאוכלוסייה דלת אמצעים נגישות למקומות עבודה/תעסוקה, למוקדי תרבות ולמרחב ציבורי המספק את השירותים הנחוצים לתושבי הערים. על ידי תחבורה ציבורית נאותה ניתן להשפיע על חברה וכלכלה, ולגרום לצמצום הפערים בחברה - זאת באמצעות הרחבת אפשרויות תעסוקה והנגישות לשירותים נוספים לכלל המגזרים, ביחוד החלשים.

ראוי להסתכל על ערים באירופה – הן שחקניות מפתח בקידום תחבורה ציבורית. בפרייבורג, גרמניה – עיר בסדר גודל של אשדוד – העיר עצמה היא הבעלים של התחבורה הציבורית והקרקעות ולה המנדט לקבוע את סוג התחבורה, התשתית והתפעול. בעשור האחרון נצפתה בפרייבורג עליה של עשרות אחוזים בנסועה בתחבורה ציבורית וגם באופניים. דוגמא מאלפת אנו למדים גם מלונדון: כשתוכננה אולימפיאדת לונדון 2012, האולימפיאדה הירוקה הראשונה בהסטוריה, ראשית נבדק נושא הנגישות – התחבורה והנגישות אל מתחם האולימפיאדה וממנו אל שכונות העיר ואל אנגליה כולה. השלד של מתחם האולימפיאדה היה מערכת התחבורה, הנגישות, מסלולי אופניים, מסלולי הליכה ופוחת "HUB" תחבורתי שכלל תחנת רכבת עירונית, לאומית ובינלאומית.

ומה קורה בארץ? האם יש לרשות מקומית הסמכות והאחריות לניהול תחבורה? האם יש לה תקציבים? התשובה לכל השאלות הללו היא - **שלילית**. תכנית התחבורה הבת-קיימא של עיריית אשדוד היא דוגמה מיוחדת בה השלטון המרכזי הוא המממן העיקרי. זהו יוצא מן הכלל שמעיד על הכלל.

החקיקה המתקדמת ביותר בתחום התחבורה היא תיקון 84 לפקודת התעבורה – בה מחויבת העיר להכין תכנית לצמצום זיהום אוויר מתחבורה, במקום בו הוכרז האזור כאזור מוכה זיהום

אור מתחבורה. התכנית צריכה לכלול הסדרים למתן עדיפות לשירותי תחבורה ציבורית – התיקון לפקודה מסמך רשויות מקומיות לשנות את חוקי העזר שלהן וע"י כך לנהל את אזורי הביקוש לתחבורה. מקורות המימון של הפעלת התכנית על פי תיקון 84 היא קרן ייעודית לצמצום זיהום אור שתזון מקנסות על פי חוקי העזר שייקבעו. הרשות המקומית אינה מוסמכת לקבוע אגרת גודש, או אגרת נתיב מיוחדים (בהעדר אלטרנטיבה). בחוק זה נתנו לשלטון המקומי אחריות עם הרבה חובות ובלי סמכויות. הרשויות המקומיות לא יכולות לקבוע מה יהיה צי התחבורה הציבורית שלהן, ואין להן שליטה על התקציב.

בנוסף, הייתה החלטת ממשלה מס' 3988<sup>6</sup> להקים רשויות מטרופוליטניות לתחבורה ציבורית בשנת 2011 על מנת לטפל בבעיות התחבורה. פורסם מסמך מאוד מקצועי ומקיף לרשות לתחבורה ציבורית במטרופולין תל אביב שהיה אמור להיות פיילוט לקיום החלטת הממשלה. יוזמי המסמך היו משרדי התחבורה והאוצר כשהרשויות החברות במטרופולין המתכונן היו "צלע שלישית". הפיילוט והתכנית לא יצאו אל הפועל עד היום.

המלצות: צריך להעביר סמכויות ואחריות וכלים פיסקאליים לשלטון המקומי; יש להקים רשויות מטרופוליטניות על פי החלטת ממשלה; לשנות את מערכת התימרוץ של העובדים ולפתח מערכת תמריצים כלכליים, תכנוניים ורגולטורים שיעודדו הגעה בתחבורה ציבורית אל מקומות העבודה; לפתח ולהטמיע במסלולי הלימודים של מהנדסי התחבורה ותכנון הערים את ההיבטים החיוביים של התחבורה הציבורית והשפעתה הקריטית על אופי הערים והכלכלה בישראל; לשלב בשיח את משרדי הממשלה ובראשם - האוצר, התחבורה והפנים.

**ד"ר ברכה חלף:** מברכת על קיומו של הפורום. קיים מידע רב בתחום הדלקים לתחבורה, מספר רב של מוסדות מחקר שעוסקים בזה. ההבדלים בתוצאות בין דו"ח אחד למשנהו יכולים להיות מהותיים. מאוד חשוב לבצע השוואה על בסיס אותן הנחות, ולנטרל כמה שיותר אלמנטים של מיסוי התלויים בכלי מדיניות. קשה מאוד לעשות את זה. שווה וצריך להשקיע בזה כסף, כי רק כך אפשר לבחון חלופות על בסיס אותה מתודולוגיה. דוגמה לכך הוא דו"ח שנעשה לאחרונה ע"י משרד האנרגיה שערך ניתוח טכנו-כלכלי בלי להכניס שיקולים של מדיניות ומס והשווה את החלופות של גז טבעי לתחבורה ואיך הן לעומת רכב חשמלי. המסקנה היא שאין תשובה נכונה אחת: לכל קטגוריית רכב יש את התשובה שלה ודרושה התייחסות פרטנית. זוהי מגמה שאנחנו מנסים לפעול על פיה. העבודה תהיה מבוססת על מודל שזמין לציבור. הוסיפו היבטים סביבתיים וערכים של הפליטות.

הדוברת חברה בוועדה בראשות רשות המיסים, העוסקת במיסוי ירוק שלוש ומטרתה לתת דירוג של מיסוי לסוגי הדלקים השונים ולסוגי הרכבים השונים. יש בוועדה מספר צוותים: צוות תשתיות, צוות רכב, צוות דלק, וצוות מאקרו. הצוותים לא בוחנים את המס הקבוע על השימוש בדלקים, אלא בוחנים את ההשפעות החיצוניות- עלויות/ תועלות מהשימוש בדלקים השונים. אחוז מאוד גדול של הבלו קשור לגודש והשקעה בתשתיות. נשאר לנו פער שניתן לתמרן בו ולעשות בתוכו דיפרנציאציה של עלויות חיצוניות והוא לא מאוד גדול. לבעיות של רעש, זיהום מים וקרקע – אין כיום הסכמה על ערכים כמותיים בארץ. בנוסף, נבחנות גם תועלות הקשורות בביטחון אנרגטי, יתירות (בשגרה ובחירום). לדוגמא: אם כל התחבורה הציבורית תעבור ל- CNG

<sup>6</sup> <http://www.pmo.gov.il/Secretary/GovDecisions/2011/Pages/des3988.aspx>

ויש תקלה בצינור הגז, זה מאוד בעייתי. העבודה חשובה גם לקביעת מערכת תמריצים ע"י מענקים/ הטבות ליצרנים/ ספקי תשתית וכו' כאשר אלו תלויים בבחינה של העלויות הישירות של אספקת הדלקים.

**פרופ' גרשון גרוסמן**: חשוב לי להדגיש שפורום האנרגיה לא בא במקום מחקר מדויק וממוקד בתחום מסוים. המטרה של הדיון הוא סיעור מוחות.

**ד"ר שלמה ולד**: התפיסה במשרד האנרגיה היא שלא מספיק לטפל רק בפן של המשרד הבודד, ולכן הקמנו את המנהלות, כדי לרכז את הפעילות של מספר משרדים ממשלתיים.

**פרופ' יורם שיפטן**: היום מי שנוסע ברכב במרכז תל אביב בבוקר לא משלם דרך המיסוי את העלות האמתית של נסיעתו הכוללת את הנזק הסביבתי שהוא גורם. מי שנוסע ברכב בלילה מירוחם לדימונה – הפתרון היעיל ביותר עבורו הנו הרכב הפרטי במקום להפעיל רכבת במסלול זה. אני לא בעד ייקור כלי הרכב. מי שגר בדימונה כנראה צריך כלי רכב פרטי ולא צריך להעניש אותו על כך. המיסוי על הדלק לא מבחין בין נסיעה בגודש או לא. לכל מקום יש את הפתרון הנכון. צריך למסות את השימוש בהתאם לעלות האמתית שהוא גורם לחברה, כלומר למסות את השימוש ברכב באזורים ושעות גדושות. מדוע לא עושים זאת? הבעיה היא פוליטית. כך גם בכל העולם.

**ד"ר אברהם ארביב**: אין להתעלם מהצורך בזמינות תחבורתית.

**פרופ' יורם שיפטן**: רכבת לא תתרום לפיתוח מקום כמו בית שאן, כי אין שם בעיה של גודש. ניתן לבנות מערכת של שאטלים (shuttles) מבית שאן לתחנת רכבת טובה בחיפה או כרמיאל – זה יהיה יותר יעיל. במקום שיש דרישה לתחבורה מנקודה לנקודה, לדוגמה - בין מאה שערים לבני ברק, אפשר (וגם כדאי) להפעיל תחבורה ייעודית. אבל לא לבנות רכבת בקו בו ייסעו שלושה אנשים ביום – עדיף ויותר זול לתת לכל אחד מהם רכב פרטי.

כדי לבנות מערכת טובה היא צריכה להיות מערכת היררכית. צריך למצוא את ה- Trade Off. בישראל לא השקיעו מספיק ברכבת. לדוגמה בהולנד - אמסטרדם יותר קטנה מתל אביב, רוטרדם יותר קטנה מחיפה, ובין שתי הערים הללו יש רכבת כל 6 דקות.

כל הנושא של הוצאות רכב במסגרת השכר ופדיון חניה יש לשנות, אבל יתכן שזה קרב אבוד. מה לגבי מי שהיום לא נוסע ברכב? אתה משנה את הסכמי השכר ואתה צריך לחשוב איך לפצות גם אותו. אין באמת צורה של חישוב עלות מחזור חיים של תחבורה. יש ניסיון לכמת את העלות של המרכיבים השונים. הנושא של שיתוף רכבים (car sharing) הוא בעל פוטנציאל במיוחד במרכזי ערים צפופים.

הבעיה של הרכבת בין ירושלים לתל אביב, היא בכך שמתכננים שלוש רכבות לשעה וזה לא מספיק. זה לא ייתן מענה לביקוש.

**זאב שדמי**: יש בעיות קיבולת.

**פרופ' יורם שיפטן**: חסרה פה ראיה אסטרטגית – יתכן שצריך עוד מסילות באילון. צריך לחשוב על פתרונות, עוד קרונות. לא נפתור את הבעיה בצורה שבה אנחנו חושבים היום. יש לחזק את המערך של ת"א, חיפה, ירושלים, באר שבע.

**איל דוידוביץ**: נושא הכשרת מהנדסים הוא מאוד חשוב. רוב המהנדסים שעובדים היום הם מן הדור שאינו מכיר תחבורה בת קיימא. אם רוצים לעשות מהפכה, המהנדסים צריכים לעבור שינוי. כאשר בודקים תכנית מתאר, לא חושבים שתעבור שם תחבורה ציבורית. רשויות מתקדמות צריכות לדאוג לכך.

במצב היום - לרשות מקומית אין שום השפעה על תחבורה ציבורית בתחום שלה. צריך לבקש על כל דבר את אישור משרד התחבורה, אפילו להזות תחנת אוטובוס. רשות תחבורה מטרופולינית היא הפתרון הנכון.

**ד"ר מרים לב-און**: אביא דוגמה של שיתוף רכבים מחברת ARCO בדרום קליפורניה. החברה לא שילמה כסף לרכב או להוצאות רכב. החניה בחניון החברה היה מאוד יקר, אבל אם השתתפת בתכנית לשיתוף רכבים המחיר ירד לחצי. האפשרות האחרת הייתה כרטיס חינם לתחבורה ציבורית. אפשרות שלישית הייתה להצטרף לאחד מהשטלים - תגמול מהחברה כדי לממן את הדלק של השטל, כאשר בשטל נהגו ברוטציה עובדי החברה שהיו נוסעים בקו המסוים. התכנית הייתה מאוד טובה והיא אומצה כרגולציה – תמריץ לעובדים להשתתף בתכנית כזו.

**פרופ' אראל אבינרי**: ישנן דוגמאות דומות באירופה.

**ד"ר שלמה ולד**: בסיאטל לדוגמה יש מקומות חניה מחוץ לעיר חינם, והתחבורה הציבורית היא חינם.

**דוד ברמן**: לאור התחזיות, אחת ההמלצות שצריכה לצאת מפה היא צמצום התלות במכוניות פרטיות. בגלל הכלכליות עוברים למכוניות קטנות. עקב הגדלת שווי השימוש לצרכי מס – הרבה צעירים מוותרים על מכוניות חברה. בתל אביב – צעירים מוותרים על רכבים בכלל. בנושא הרכבת הקלה בתל אביב - כבר 40 שנה מדברים על פתיחתה, אבל אין וודאות האם זה בכלל יתממש, ואם כן - מתי.

**זאב שדמי**: בנושא זה צפויה לכם הפתעה. בתל אביב – מכונות הקידוח כבר במכרז.

**דוד ברמן**: החשיבה של כלכלני אגף התקציבים לדורותיהם בנושאי תשתית שונים התבררה בסופו של דבר כטעות, שמקורה, לעניות דעתי, בחשיבה לטווח קצר מדי על סמך שיקולים כלכליים צרים מידי. כמה דוגמאות מהעבר לנושאים בהם נעשו הערכות מוטעות – שתוקנו בהמשך – הן: כביש 6, נתיבי אילון, פיתוח הרכבת ובנושא שאינו תחבורתי – כל נושא התפלת מי ים שעוכב במשך שנים. אילו היו משקיעים יותר ברכבת בעבר היא הייתה הרבה יותר משמעותית לתחבורה היבשתית כבר היום – כאשר כאינדיקציה לכך ניתן לראות את הגידול המשמעותי והמתמיד שכבר חל בשימוש של הישראלים ברכבת בשנים האחרונות כתוצאה מההשקעות המוגברות שנעשו בתחום זה. בהתייחס לתרומת הרכבת בפרט, ותחבורה ציבורית לסוגיה בכלל, צריך לבחון את תרומתן לפתרון בעיות הגודש במקומות קריטיים בשעות השיא. לעניות דעתי

עדיין ממעיטים בחשיבותן של הרכבות לסוגיהן כאחד מהמרכיבים המרכזיים בתחום התחבורה היבשתית בישראל – כאשר ברור שפתרונות תחבורתיים כוללים ואופטימליים לטווח הארוך מחייבים שילוב מושכל של אמצעים תחבורתיים שונים. ולסיום – כדוגמה לתכנון ארוך טווח בתחום התשתיות, שלוהה בביצוע מהיר ומרשים שמשרת את ישראל עד היום, מספיק אם מסתכלים היום על מה שהאנגלים עשו בשנות ה-20 וה-30 בתחום תשתיות הנפט. הם חשבו 100 שנים קדימה.

## פרק 5: סיכום ומסקנות

צפיפות האוכלוסייה בישראל גבוהה יותר מאשר בכל מדינות אירופה ובמקום השלישי בעולם אחרי הונג קונג וסינגפור. יש לחשוב על העתיד של ערינו בהתחשב בכך, ואיך הן ייראו בשנים הבאות – לבל תהיינה סתומות מפקקי תחבורה. תחבורה ציבורית כאלטרנטיבה לפרטית, בנוסף לעידוד לרכיבה באופניים, היא שתיתן מענה לערים בנות קיימא. כאשר נותנים לתושבים תחבורה נגישה וזולה יחסית, משפיעים אוטומטית על חברה וכלכלה, והן על צמצום הפערים בחברה.

ההשפעות השליליות הקשורות לתחבורה רבות ומגוונות, אבל יש ביניהן קשר לנושאים של זיהום אוויר ושינוי אקלימי. באירופה המודעות לתחבורה ולשינוי אקלימי גבוהה מאוד, גם בקרב הפוליטיקאים וגם בקרב הציבור. ישראל הכריזה על מטרתה להפחית פליטות גזי חממה ב-20% עד 2020 (ביחס לתרחיש של "עסקים כרגיל"). אחת הגישות מציעה להשיג את המטרה בעזרת שיפורים טכנולוגיים: כלי רכב חשמליים, דלקים חלופיים, אנרגיה מתחדשת, והתייעלות אנרגטית. הבעיה בהסתמכות על גישה זו בלבד היא שרוב הפתרונות הם לטווח ארוך ולכן אינם יכולים לתת מענה לטווח הקרוב.

בישראל יש עידוד רב לשימוש ברכב פרטי, בצורות שונות, ומעט מידי עידוד לשימוש בתחבורה הציבורית. יש צורך בשינויי התנהגות, שיפור בתכנון אורבני, שינויים בתשתיות התחבורה, ותמחור נכון הכולל את ההשפעות החיצוניות. יש צורך בשינוי המודעות ובשינוי נורמות חברתיות.

### המלצות:

1. יש ליזום בחינה מקיפה של מחזור החיים של התחבורה היבשתית בישראל, שתכלול עלויות ישירות וחיצוניות, והשפעתן על הכלכלה הלאומית.
2. יש לתת העדפה לאומית לתחבורה הציבורית. במסגרת זו יש צורך בתוכנית אב לתחבורה הציבורית - אינטגרטיבית, הייררכית, כוללת. פיתוח הרשת הבינעירונית תתבסס על רשת רכבות ארצית מהירה בין ארבעת המטרופולינים: ירושלים, תל אביב, חיפה ובאר שבע, בתדירות גבוהה וזמני נסיעה קצרים. הרשת המטרופולינית תהיה מורכבת ממערכות עתירות נוסעים במגוון טכנולוגיות הסעה, ברשת קווים הייררכית ורשתות אוטובוסים. לתחבורה בפריפריה אין פתרון יחיד - לכל מקום יש אמצעי שהוא המתאים ביותר לאותו מקום ובאותו זמן.
3. יש לפעול לשינוי המדיניות המעודדת שימוש ברכב פרטי במסגרת מיסוי על רכב והוצאות רכב כמרכיב שכר, אספקה נדיבה של מקומות חניה וכדומה.
4. יש לעבוד על הצד הפסיכולוגי ולבצע פעולות חינוך על מנת לשנות התנהגות ודפוסים קיימים הנוגעים לתחבורה.
5. יש לפתח מדדים מתאימים לתפקוד המערכת, לשפר את המודלים וכלי ההערכה.
6. יש לתת משקל ראוי לאפשרויות השימוש בגז טבעי לתחבורה יבשתית, הן באופן ישיר (CNG) והן כמקור להמרה (GTL), במיוחד בהקשר הישראלי – קיום מקורות זמינים של גז טבעי לשנים רבות.

7. חלק ממשותפי הפורום ממליצים לקדם את נושא הרכב החשמלי, שיעילותו האנרגטית גבוהה ב-50% לפחות לעומת רכב מונע בבנזין והמאפשר לנצל חשמל המופק ממגוון מקורות אנרגיה, לרבות מקורות נקיים. לעומתם יש המתנגדים להמלצה זו וטוענים כי חלופה כדאית ומעשית ביותר היא המשך השיפורים במנוע שריפה פנימית.
8. יש להכשיר מהנדסי תחבורה בעלי חשיבה שונה מזו הקיימת היום ולכלול את נושא הקיימות בהכשרתם.

## פרק 6: רשימת מקורות

1. Creating Universal Access to Safe, Clean and Affordable Transport: A Status Report on the Contribution of Sustainable Transport to the Implementation of Rio+20 (June 20 2013). [http://slocat.net/sites/default/files/u10/slocat\\_status\\_report\\_rio\\_20-june\\_19\\_2013.pdf](http://slocat.net/sites/default/files/u10/slocat_status_report_rio_20-june_19_2013.pdf)
2. E. Avineri, 2012. On the use and potential of behavioural economics from the perspective of transport and climate change. *Journal of Transport Geography* 24, 512-521
3. E. Avineri and E.O.D. Waygood, 2013. Applying valence framing to enhance the effect of information on transport-related carbon dioxide emissions. *Transportation Research A* 48, 31-38.
4. DfT, 2011. *Behavioural Insights Toolkit*. Department for Transport, London, UK. ISBN: 978-1-84864-130-3.
5. R.H. Thaler and C.R. Sunstein, 2008. *Nudge: Improving Decisions about Health, Wealth and Happiness*. Yale University Press, New Haven, CT.



## נספח 1 – תכנית פורום אנרגיה: תחבורה יבשתית בת-קיימא: היבטי אנרגיה

### וסביבה

פתיחה	13: 00-13: 10
ד"ר אברהם ארביב, מכללת אפקה להנדסה, לשעבר ראש אגף מחקר ופיתוח במשרד האנרגיה והמים	13: 10-13: 20
תחבורה בת קיימא – אפשרויות ומכשולים	
פרופ' יורם שיפטן, המכון לחקר התחבורה בטכניון	13: 20-13: 30
צעדים ליישום תכנון תחבורה בת קיימא	
מר איל דוידוביץ	13: 30-13: 40
תכנית לתחבורה בת קיימא באשדוד	
פרופ' אראל אבינרי, ראש המרכז לתשתיות תחבורה, מכללת אפקה להנדסה	13: 40-13: 50
שינוי התנהגות תחבורתית: תובנות מתחום הכלכלה ההתנהגותית	
פרופ' אופירה אילון, מוסד שמואל נאמן	13: 50-14: 00
עלויות ותועלות חיצוניות משימוש ברכב חשמלי בישראל, דנמרק וצרפת – מחקר השוואתי	
ד"ר מרים לב-און וד"ר פרי לב-און, קבוצת לב-און LLC	14: 00-14: 10
The Role of Natural Gas in Sustainable Transportation	
הפסקה	14: 20-14: 40
דיון פתוח תוך התמקדות בשאלות הבאות:	14: 40-17: 00
<ul style="list-style-type: none"> <li>• מהן מגבלות מערכת התחבורה הנוכחית?</li> <li>• מהו המצב הרצוי?</li> <li>• מסלולי מעבר בין המצוי לרצוי?</li> <li>• האם יש לאפשר בכלל תחבורה פרטית במרחב האורבני?</li> <li>• שיקולים בעד ונגד תחבורה ציבורית מסילתית?</li> </ul>	
סיום	17: 00