



אדם טבע ודין  
אדם טבע ודין אגודה ישראלית  
להגנת הסביבה ויזום  
Israel Union for Environmental Defense  
أدام طيقاع قدين

-

# צמצום גזי חממה באמצעות קידום תחבורה ציבורית

---

מסמך מיוחד ליום הסביבה בכנסת

4.6.13

---

כתיבה ועריכה: ד"ר אריה ונגר  
ראש תחום אוויר ואנרגיה



## תוכן

- מבוא \_\_\_\_\_ 3
- מרכיבי תחבורה בת-קיימא להפחתת פליטות \_\_\_\_\_ 4
  - א. ניהול תחבורה כמשפיע על פיצול הנסיעות ועל הביקושים
  - ב. תכנון שימושי הקרקע משפיע על התנהגות הנוסעים
  - ג. ניהול תחבורה ותכנון שימושי הקרקע משפיעים על רמת הפליטות
  - ד. תחבורה בת קיימא : להתקדם מעבר לשיפורים הטכנולוגיים
- המלצות \_\_\_\_\_ 15



## הפחתת גזי חממה בישראל באמצעות קידום תשתית נאותה לתחבורה ציבורית

בימים אלה מקצצת מדינת ישראל בשתי תכניות לאומיות להפחתת זיהום: **התכנית הלאומית להפחתת פליטות של גזי חממה והתכנית הלאומית להפחתת זיהום אוויר.**

**התכנית להפחתת פליטות של גזי חממה** תוכננה לשנים 2011-2020 ותוקצבה לפרק זמן זה בכ 2.2 מיליארד ₪ בהחלטת הממשלה מס' 2508 מיום 28/11/2010. תכנית זו התבססה על ניתוח כלכלי שבוצע עבור הממשלה ע"י חברת הייעוץ מקינזי לפני ועידת האקלים בקופנהגן בשנת 2009, שבה התחייב הנשיא פרס להפחתת פליטות של גזי חממה ב- 20% (ביחס לתרחיש הגידול של עסקים כרגיל) עד 2020. התכנית המפורטת הוכנה ע"י ועדת מנכ"לים בראשות מנכל האוצר דאז מר חיים שני, והיא עמדה במבחני עלות-תועלת. כך, יישום התכנית אינו רק מפחית פליטות של גזי חממה ומעמיד את ישראל במשפחת העמים המפותחים, אלא גם מביא תועלת כלכלית למשק בחיסכון במשאבים, צמצום התלות בדלקים פוסיליים והייבוא שלהם, דחיית הצורך בהקמת תחנות כוח נוספות, יצירת ענפים חדשים במשק, ועוד.

**התכנית הלאומית להפחתת זיהום אוויר** היא תכנית המחויבת בחוק אוויר נקי. עפ"י החוק היה צריך יישום תכנית זו להתחיל ב 1/1/2012 לאחר אישור הממשלה. המשרד להגנת הסביבה הכין תכנית לשנים 2012-2020 המצריכה השקעה של 690 מיליון ₪, אך מביאה לחיסכון משקי של כ- 1.5 מיליארד ₪ בהפחתת נזקי הזיהום המתבטאים בתחלואה ותמותה. אלו מוערכים ע"י המשרד להגנת הסביבה סה"כ בכ- 8.5 מיליארד ₪ בשנה. בשל ויכוחים תקציביים טרם נדונה או אושרה תכנית זו בממשלה, והעניין תלוי ועומד בעתירה לבג"צ.

מגזר התחבורה הינו מקור פליטה חשוב ביותר של גזי חממה וזיהום אוויר, בפרט במרכזי הערים הגדולות. שתי התכניות הנזכרות לעיל אינן מטפלות טיפול משמעותי בנושא התחבורה. כך, בעוד שבמדינות ובערי העולם המודרני רואים בקידום תשתיות לתחבורה ציבורית ולניהול תחבורתי את אחת הדרכים המרכזיות להתמודדות עם פליטת גזי חממה וזיהום אוויר, מסתפקות תכניות מקוצצות אלה בסדרה מצומצמת של אמצעים טכנולוגיים להפחתת הפליטות.

לפיכך, לא זו בלבד שיש צורך למנוע את ביטול התכניות הנ"ל (המהוות את "כבשת הרש"), ההיגיון הסביבתי, החברתי והכלכלי נותן כי תכניות אלו אף תורחבנה ותכלולנה צעדים משמעותיים בתחום התחבורה.



## כיצד צריך להיראות מודל ראוי וסביבתי לתשתית תחבורה ציבורית המביאה לצמצום בפליטות גזי חממה?

רק בחינה מושכלת של מכלול האלמנטים הכלכליים, התכנוניים, החברתיים והסביבתיים, תאפשר בניית תשתית תחבורה ציבורית, הולמת ומתגמלת, עבור הציבור הישראלי. בתוך כך מתייחס מסמך זה לפרמטרים החשובים הבאים:

- ניהול נכון ואינטגרטיבי של היצע אמצעי התחבורה הציבורית, בהתייחס למאפייניו השונים של הנוסע הישראלי (גיל, זמינות רכב פרטי וכד') ולצרכיו השונים, לשם שיפור השירות והסטט נוסעים מרכב פרטי לתחבורה ציבורית.
- שילוב אמצעי תחבורה נוספים כגון רכבות קלות, חשמליות וכד' וקישור נכון בין אמצעי התחבורה השונים.
- הגדלת תדירות התחבורה הציבורית, קיצור זמן ההמתנה וקיצור משך הנסיעה.
- תשתית תחבורה ציבורית נאותה הכוללת נתיבי תחבורה ציבורית רבים וזמינים.
- שיפור המידע התשתיתי אודות הקווים והמסלולים של היצע התחבורה הציבורית.
- תכנון שימושי קרקע מוטי תחבורה ציבורית – TOD (Transit Oriented Development).
- הקמת רשויות תחבורה מטרופוליניות במטרופולינים הגדולים במדינה לשם קידום תכניות מערכתיות לשיפור התחבורה הציבורית וצמצום התלות ברכב פרטי.

### מה נרויח?

- נוסע בודד בתחבורה ציבורית בארץ (כגון אוטובוס) אחראי לפליטת גזי חממה לקילומטר של 0.05 ק"ג לעומת נוסע בודד ברכב פרטי האחראי לפליטת גזי חממה לקילומטר של 0.12 ק"ג (בתפוסה הממוצעת של אמצעי תחבורה אלה בארץ).
- כל קיצור ב 10% בזמן הנסיעה עשוי להביא לעליה של כ 4% בשימוש בתחבורה ציבורית.
- כל עליה של 1% בתדירות התחבורה הציבורית עשויה להביא להגדלה של 0.5% במספר הנוסעים.
- ירידה של כ 30% במחירי התחבורה הציבורית בערים שונות בעולם מצביעה על עליה של למעלה מ 10% בשימוש בתחבורה הציבורית ולירידה של 6% בשימוש ברכב פרטי.
- תכנון תחבורה נכון בשכונות מגורים המתנהלות בהתאם לעקרונות הTOD, הכוללות בין היתר נגישות וקרבה לאמצעי תחבורה, מעיד על כך ש 50% מהנסיעות באזורים אלו מבוצעות ע"י תחבורה ציבורית.



- הפחתת הנסועה הפרטית טומנת בחובה תועלות נוספות וחשובות כגון הקטנת הגודש, חיסכון כספי, צמצום תאונות דרכים, צמצום זיהום אוויר, צמצום הצורך בסלילת כבישים חדשים וצמצום הפגיעה בשטחים הפתוחים.

## מרכיבי תחבורה בת-קיימא להפחתת פליטות

כל מנוע בעירה פנימית פולט פחמן דו חמצני בעת שהוא פועל בשל שריפת הדלק. כמות הפליטה תלך ותעלה ככל שייסע הרכב מרחק גדול יותר. כמות הפליטה לנוסע תתחלק בין כל נוסעי הרכב לאורך מסלול הנסיעה. כמובן שכל כלי רכב פולט פליטה שונה כתלות בגורמים טכנולוגיים כגון נפח המנוע ויעילותו, סוג הדלק, ועוד. אלו מתבטאים במקדם הפליטה של הרכב. לפיכך הפליטה הכוללת בזמן מסוים תהיה סכום הפליטות (השונות) של כל כלי הרכב שנסעו באותו זמן, או המכפלה של הפליטה הממוצעת של כלי הרכב השונים במספר כלי הרכב שנסעו באותו זמן את המרחק שנסעו. במילים אחרות:

### מקדם הפליטה הממוצע לקילומטר נוסע X מספר הקילומטר נוסע בשנה

= הפליטה השנתית

(קילומטר נוסע הינו מדד לכמות הנסיעות שפירושו מכפלת מספר הנוסעים במספר הקילומטרים שנסע כל אחד באותו אמצעי תחבורה).

די בנוסחה פשוטה זו כדי להראות כי על מנת להפחית את הפליטה הכוללת יש צורך להפחית את מקדם הפליטה, כלומר להביא לשיפורים טכנולוגיים שיפחיתו את הפליטה לכל קילומטר או את מספר הנוסעים או את מספר הקילומטרים שכל אחד נסע. **במידה ורוצים להפחית הפחתה מקסימאלית יש צורך, כמובן, להפחית את שלושתם גם יחד.**

לצורך סבר את העין נשווה את הפרופיל התחבורתי של שני שכנים: לשכן א' רכב בזבזני הנוסע 5.5 ק"מ לליטר, אך הוא מנהל אורח חיים ספורטיבי הכולל הליכה רבה ורכיבה על אופניים, והוא נוסע לעבודה בתחבורה ציבורית. ברכב הוא משתמש בעיקר לטיולים בסופי שבוע, כך שהנסועה השנתית שלו ברכבו הפרטי היא 7,250 ק"מ הבאים לידי ביטוי בתצרוכת דלק שנתית של 1,320 ליטר ובפליטה שנתית של 3 טונות של פחמן דו חמצני. שכן ב' מחזיק רכב חסכוני בהרבה הנוסע 18 ק"מ לליטר, אך הוא נוסע כמאה וחמישים ק"מ ביום לעבודה וסידורים שונים וכמובן בסופי שבוע, ובסופו של דבר הנסועה השנתית שלו היא 47,500 ק"מ המתבטאת בצריכת דלק שנתית של 2,640 ליטר ובפליטת 6 טונות של פחמן דו חמצני. הנה כי כן מדוגמה זו ניתן לראות כי במקרה זה בעל רכב בזבזני פולט פחות מבעל רכב חסכוני בשל הבדל באורח חייהם. עוד ניתן לראות כי על מנת להפחית את פליטת גזי החממה של שני השכנים הצעד המשמעותי ביותר עבור שכן א' הוא להחליף את רכבו לרכב חסכוני יותר (שינוי טכנולוגי שמשמעותו הקטנת מקדם הפליטה) ועבור



שכן ב' לשנות את אורח חייו (לנסוע פחות, לעבוד קרוב יותר לבית, להגיע לעבודה בתחבורה ציבורית, וכדומה). שינוי אורח החיים אפשר שיעשה באופן וולונטרי, אך אפשר גם וסביר יותר שיונע עקב אמצעי מדיניות שונים של תכנון וניהול תחבורה, שייסקרו בקצרה בדו"ח זה.

ניתוח פוטנציאל הפחתה של פליטות גזי חממה ותכנון ותוכניות המסתמכות עליו המבוססות רק על שינויים טכנולוגיים הן תכניות מוטות ומוטעות המתעלמות מהגורמים הבאים:

- **קיים פוטנציאל הפחתה של פליטות כתוצאה מאמצעים לניהול תחבורה.** לצורך מסמך זה "ניהול תחבורה" יוגדר כאוסף האמצעים המנהליים, התכנוניים, הכלכליים, התחבורתיים והמשפטיים המשמשים בידי הרשויות המוסמכות על מנת לעודד תחבורה בת קיימא (לצורך מסמך זה עידוד השימוש בתחבורה ציבורית והפחתת השימוש ברכב פרטי). אמצעים מסוג זה לא נכללו בתכנית הלאומית להפחתת גזי חממה ובתכנית הלאומית להפחתת זיהום אוויר. במילים אחרות **ניהול תחבורה עוסק לא רק בהיצע האמצעים התחבורתיים, אלא גם בניהול צד הביקושים לנסיעות.** בכך, משפיע ניהול תחבורה, בין היתר, על **פיצול הנסיעות** שהוא התפלגות הנוסעים בין אמצעי הנסיעה השונים.
- **פוטנציאל זה כבר התממש (לפחות בחלקו) והוכיח את יעילותו במספר ערים בעולם שבהם יוּשמו אמצעים שונים.**
- **ניהול תחבורה ולהפחתת נסועה ברכב פרטי תועלות נוספות** כגון הקטנת גודש, חיסכון כספי, צמצום תאונות דרכים, צמצום זיהום אוויר ותחלואה, צמצום צורך בסלילת כבישים חדשים, ועוד.
- **ייעול צריכת הדלק בלבד יביא גם להגדלת הביקוש לנסיעות שעלול לקזז חלק ניכר מההפחתה.**

כמו כן תכניות צרות מסוג זה (תכניות המתמקדות בשיפור טכנולוגי בלבד) מניחות כי:

- **תכניות לניהול תחבורה קשות לחיזוי.**
- **תכניות לניהול תחבורה קשות ליישום.**
- **ניהול תחבורה פוגע בחופש הפרט ועלול גם לפגוע בכלכלה.**

וזאת למרות שכבר קיימים מודלים תחבורתיים לחיזוי וחקר של מקרי בוחן לאסטרטגיות לניהול תחבורה, וכן הצטברות של ראיות המראות דווקא תועלת כלכלית.



בצד פוטנציאל הפחתה בסקטור התחבורה כתוצאה משינויים טכנולוגיים כגון מנועים חסכוניים יותר בדלק, כלי רכב חשמליים, וכדומה, קיים פוטנציאל ההפחתה משמעותי ע"י שינויים התנהגותיים וניהוליים, אשר אושש בניסיון מצטבר בעולם.

## א. ניהול תחבורה כמשפיע על פיצול הנסיעות ועל הביקושים

פיצול הנסיעות הוא התוצאה המתקבלת מהיצע אמצעי התחבורה השונים, ממאפיינים של הנוסעים ומצרכי הנסיעה. יש אולי אפשרויות להשפעה על מאפייני הנוסעים בתחבורה ציבורית (כגון גיל, זמינות רכב, רמת הכנסה, ועוד) ועל מאפייני הנסיעה וצרכיה, אולם הגורם העיקרי שיוזכר בדו"ח זה בהקשר של ניהול תחבורה הוא היצע אמצעי התחבורה. היצע אמצעי התחבורה מתאפיין בזמינות האמצעים, בזמן הנסיעה, במחיר הנסיעה, בנוחיות, בגמישות, בבטיחות, באמינות וברמת השירות.

נמצא כי מגוון של אמצעים משפיע על פיצול הנסיעות וכי שילוב של מספר אמצעים גם יחד יעיל בהרבה בהגדלת השימוש בתחבורה ציבורית.

יוזכרו לדוגמה מספר אמצעים:

**1. הגדלת מהירות.** הגדלת מהירות השירות באוטובוסים, כלומר קיצור זמן הנסיעה, מעלה את מספר הנוסעים בהם. הערכות מדברות על עליה בשימוש באוטובוסים של 4% לכל 10% עליה במהירות השירות. הגדלת המהירות ושיפור העמידה של האוטובוסים בלו"ז ניתנות לביצוע במספר אמצעים:

- זכות קדימה של אוטובוסים בצמתים. קיימת מערכת חיישנים שניתנת להתקנה באוטובוסים וברמזורים. רמזור המזהה אוטובוס מסוים שמתקרב אליו ומצוי באיחור יאריך את המופע הירוק בנתיב של האוטובוס ויאפשר לו לצמצם את האיחור.
- קיצור זמן העצירה בתחנות. נמצא כי קל ונוח יותר לעלות ולרדת מאוטובוסים בעלי רצפה נמוכה וכי אוטובוסים מסוג זה מקצרים את זמן העצירה בתחנה.
- נתיבים לתחבורה ציבורית – נת"צים. קיימת הסכמה כי השפעתם של נת"צים על מעבר נוסעים לתחבורה ציבורית אינה גדולה בטווח הקצר אך ניכרת בטווח הארוך. בסקר שנערך ב- 38 ערים באירופה בין השנים 1985 ו- 1990 נמצא כי בערים שבהן אין נת"צים חלה ירידה של 6% בשימוש באוטובוסים בתקופה זו, בעוד שבערים שבהן היו נת"צים והן אף הוסיפו נת"צים חדשים בתקופה זו חלה עליה של 19% בשימוש באוטובוסים.



2. **הגדלת תדירות וקיצור זמן ההמתנה.** הגמישות הממוצעת של השימוש בתחבורה ציבורית כתוצאה מקיצור זמן ההמתנה מוערכת בכ 0.5%, כלומר כל עליה בתדירות של 1% תביא להגדלת מספר הנוסעים ב 0.5%.

3. **שיפור השירות. שיפור השירות מבוצע במגוון אמצעים כגון:**

- הגדלת היקף השירות. נמצא כי הוספת קווים במקומות שבהם כבר קיימת תחבורה ציבורית תגדיל אף היא את מספר המשתמשים ברמה של 1%-0.6 לכל 1% של הגדלת היקף השירות. אפקט זה מגיע לשיא תועלתו בטווח של כמה שנים.
- שיפור השירות בתחנות. שיפור זה מתבטא בשיפור המידע על הקווים והמסלולים וכן במידע בזמן אמת על מועד הגעת האוטובוסים. מידע זה משפר את קבלת ההחלטות של הנוסע למשל האם להמתין לאוטובוס או לעבור לקו אחר, וכן לנצל טוב יותר את זמן ההמתנה (לדוגמה הנוסע/ת יכול להחליט אם יש לו זמן לקנות עיתון).
- תמרוץ באמצעות מחירים זולים ונוחים.
- כרטיסים חכמים ומשולבים לאמצעי תחבורה שונים.

4. **שילוב אמצעי תחבורה שונים.** פרט לאוטובוסים קיימים כיום מגוון של אמצעי תחבורה ציבורית כגון רכבות ו-BRT (Bus Rapid Transit). BRT היא מערכת שירות אוטובוסים שבה האוטובוסים נוסעים בנת"צים באמצע הכביש, מופרדים לגמרי משאר התנועה בכביש. בנוסף לכך, ל-BRT יש הרבה מאפיינים הנחשבים כתורמים לעליה ברמת השימוש בתחבורה ציבורית הכוללים: עליה וירידה מהירה, מעבר ללא תשלום בין הקווים, קניית כרטיסים לפני העליה, תחנות סגורות שהן גם נוחות וגם בטוחות, מפות ברורות של מסלולים, אינפורמציה בזמן אמת ותחנות משולבות עם אמצעי תחבורה אחרים. ה-BRT נחשבת כמערכת תחבורתית יעילה ומהימנה ביותר ויש בעולם מספר סיפורי הצלחה לגביה.

5. **ניהול צד הביקושים – TDM – Travel Demand Management.** מגוון אמצעים לעידוד שלילי של שימוש ברכב פרטי כגון אגרות גודש, מדיניות חניה מצמצמת, הפחתת ההטבה של רכב צמוד במקומות עבודה, וכדומה.





## ומה קורה בעולם?

- בפורטלנד הגדילו את התדירות ואת משך השירות ב 12 קווים מרכזיים וראו כי בתקופה שבין 1999-2005 עלתה רמת השימוש באוטובוסים ב- 18.2%.
- בברז' מתן מידע על אוטובוסים בזמן אמת בקווים מסוימים גרם לגידול של 6% בשימוש בקווים אלה.
- בבוסטון הביא יישום קו BRT לקיצור זמני הנסיעה באותו נתיב מ 20-40 דקות ל- 15 דקות ולעליה בשימוש של פי שניים תוך שנה.
- בונקובר הביא יישום קווי BRT לעליה בשימוש של 20-25%.
- בברצלונה הגדילו את ההשקעה בתחבורה ציבורית, הכניסו כרטיסים משולבים, שיפרו את האינטגרציה בין קווים, הגבילו כניסת רכב פרטי למרכז העיר והגבילו חניה והגדילו את היקף המדרכות להולכי רגל. בין השנים 1999-2002 הם הקטינו את מספר הנסיעות בעיר ברכב פרטי ב 3%.
- בלונדון הקטינו את השימוש ברכב פרטי ב- 0.8% בשנה בין השנים 1999-2003 עיני הרחבת רשת התחבורה הציבורית, מתן זכויות דרך משופרות לתחבורה ציבורית ואגרות גודש. מידע ישן יותר מלונדון כבר הראה השפעה ניכרת של מחירי התחבורה הציבורית. כך, למשל, ירידה ממוצעת של 31% במחירי התחבורה הציבורית באוקטובר 1981 גרמה לעליה של 11% בשימוש בתחבורה ציבורית ולירידה של 6% בשימוש ברכב פרטי. עליה במחירי התחבורה הציבורית ב 93% במרץ 1982 הביאה לירידה של 15% בשימוש בתחבורה הציבורית ועליה של 14% בשימוש ברכב פרטי.



## ב. תכנון שימושי הקרקע משפיע על התנהגות הנוסעים

מחקרים אמפיריים רבים בדקו את הקשר בין שימושי קרקע והתנהגות תחבורתית. אלה מראים כי חמישה מימדים של שימושי קרקע במרחב עירוני נחשבים כמשפיעים ביותר על התנהגות התחבורתית ומכאן גם על הפליטות מתחבורה: צפיפות, תמהיל שימושי הקרקע, עיצוב רשת הרחובות, נגישות אזורית וקרבה לאמצעי התחבורה. גישה הנקראת TOD - Transit Oriented Development היא גישה תכנונית המשלבת צפיפות גבוהה עם שימושי קרקע משולבים, כלומר שילוב מקומות מגורים, מקומות עבודה, מקומות בילוי ומסחר באותו אזור. בנוסף לכך הכול במרחק הליכה מתחנות תחבורה ציבורית והתחבורה הציבורית היא ברמה גבוהה. עם זאת, גישה ה TOD איננה נשאת רק בשאלת הצפיפות ושימושי הקרקע, אלא היא רואה ראייה רחבה יותר. בניית בניינים חדשים ליד תחנות תחבורה ציבורית בלבד היא צעד חשוב בכיוון הנכון, אך אין די בכך. הגישה היא גישה תכנונית כוללת המשלבת שימושי קרקע מעורבים יחד עם צפיפות המעודדת תחבורה ציבורית, תחבורה ציבורית מהירה, דיור בר השגה, מתן עדיפות להולכי רגל ולא לתחבורה (לדוגמה ע"י מדרכות רחבות ונאות), ועוד. גישה זו מביאה ליתרונות רבים כגון הקטנת הצורך בנסיעות ארוכות ברכב פרטי, הקטנת הצורך בבעלות על כלי רכב, הגדלת נתח ההליכה, האופניים והתחבורה הציבורית בפיצול הנסיעות, הקטנת עלויות התחבורה של האזרחים, שימור שטחים פתוחים, הגברת בטיחות הולכי הרגל, וכמובן גם צמצום פליטות ושיפור איכות האוויר.

תושבים בשכונות TOD נוסעים ברכב פרטי בין הרבה פחות מתושבים בשכונות אחרות התלויות ברכב פרטי לנסיעות. כך, לדוגמה:

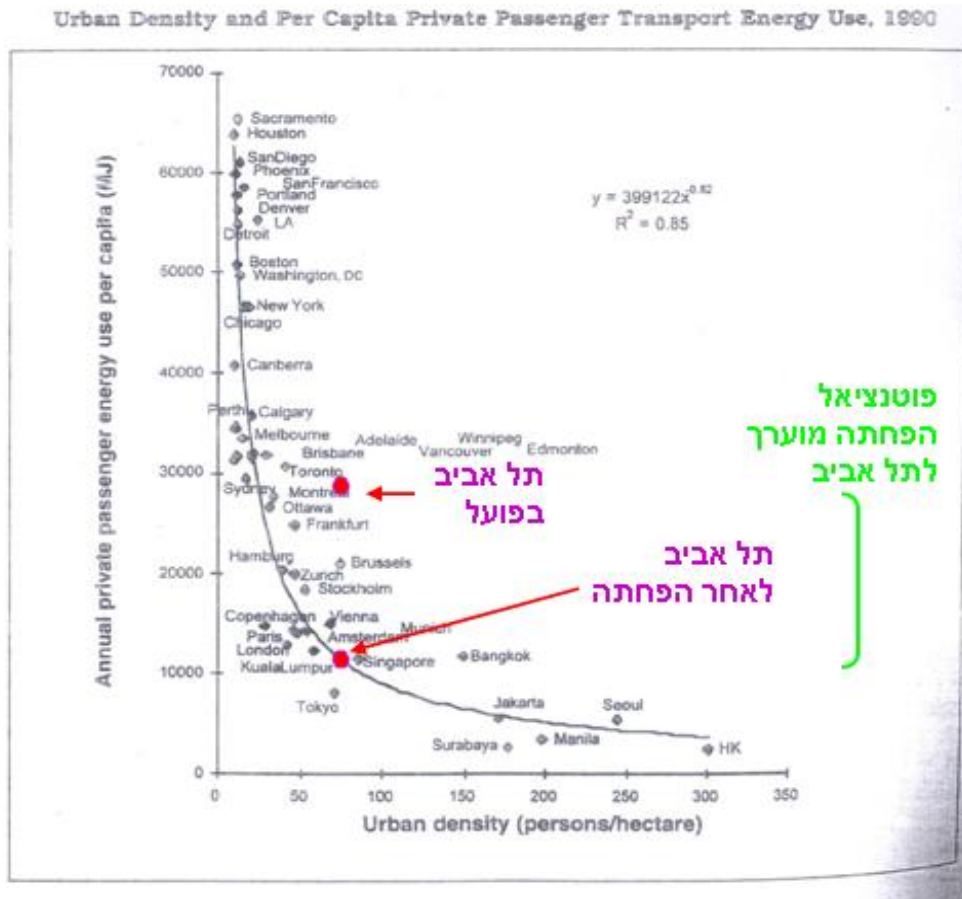
- במחוז ארלינגטון בווינגטון DC בנו 18,000 יחידות דיור ומיליוני מ"ר של משרדים ומסחר באזור המתוכנן עפ"י עקרונות ה TOD במשך שני עשורים. פיצול הנסיעות באזור זה הראה כי 50% מהנסיעות מבוצעות בתחבורה ציבורית. 75% מהיוממים שהשתמשו בתחבורה הציבורית מגיעים לתחנה בהליכה. כמו כן, באזור נשמרו שטחים פתוחים בהיקף רחב.
- בסנטר קומונס, פורטלנד, אורגון בנו 314 יחידות דיור ומבני מסחר בני קומה אחת בטווח של 5 דקות הליכה מתחנת רכבת קלה (במרחק של כ- 8 ק"מ ממרכז פורטלנד). בשכונה זו 46% מהנסיעות בוצעו בתחבורה הציבורית, בעוד שבקרוב אותם תושבים לפני שעברו לשכונת סנטר קומונס 31% מהנסיעות בלבד היו בתחבורה ציבורית. בשכונה זו 37% מהתושבים כלל אינם בעלים של רכב.



### ג. ניהול תחבורה ותכנון שימושי הקרקע משפיעים על רמת הפליטות

מאמרם המאלף של Kenworthy and Laube<sup>1</sup> משנת 1999 שבדקו את השימוש באנרגיה במערכות תחבורה עירוניות ב- 37 ערים גדולות בעולם מספק סימוכין ותובנות לפוטנציאל ההפחתה הגדול של גזי חממה מעידוד תחבורה ציבורית בישראל. קנוורת'י ולאובה הראו בין היתר כי:

1. קיים קשר הפוך ברור בין צפיפות האוכלוסייה בעיר ובין רמת השימוש באנרגיה לנפש משימוש ברכב פרטי: ככל שהעיר צפופה יותר השימוש באנרגיה ברכב פרטי קטן בצורה משמעותית. להלן מובא הגרף מתוך המאמר הנ"ל, עליו הוספו נתוני הצפיפות של העיר תל-אביב (עפ"י נתוני הלמ"ס לשנת 2008 הצפיפות במחוז ת"א היא של 7,134 נפש לקמ"ר, כלומר 71.34 נפש להקטר).



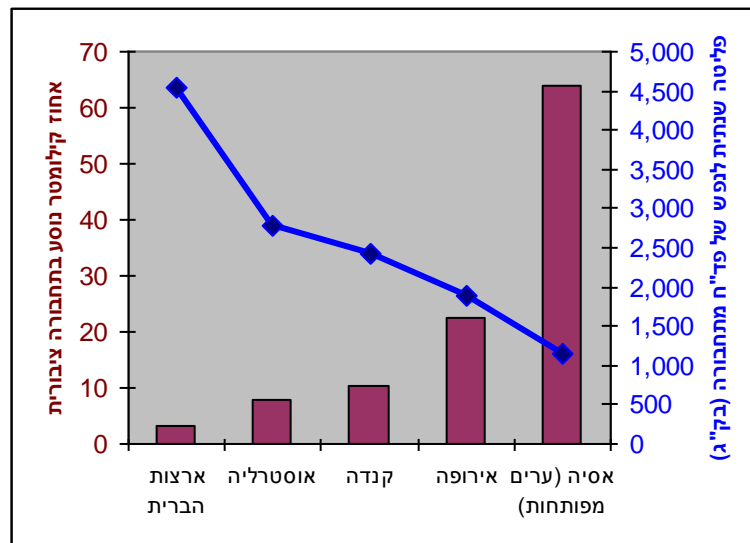
לכאורה אמורה להיות צריכת האנרגיה לנפש בתל אביב כתוצאה מהשימוש ברכב פרטי נמוכה מכל ערי ארה"ב, קנדה ואירופה שבגרף, אולם אין המצב כך. אמנם אין כרגע נתונים ישראלים

<sup>1</sup> Kenworthy J. and Laube F., 1999, A Global Review of Energy Use in Urban Transport Systems and Its Implications for Urban Transport and Land-Use Policy, Transportation Quarterly vol 53 no. 4, 23-48



רשמיים באשר לכך, אולם ידוע כי הן עצימות האנרגיה והן פליטת גזי החממה לנפש בישראל הן מהגבוהות בעולם, ועל כן מאינדיקציה זו בלבד יש להניח כי פוטנציאל ההפחתה בתחום התחבורה במרכזים המטרופוליניים בישראל גבוה למדי.

2. ככל שעולה אחוז הנסיעות (ביחידות של קילומטר נוסע) בתחבורה ציבורית, קטנה הפליטה השנתית לנפש של גזי חממה מכלל השימוש בתחבורה (פרטית וציבורית גם יחד). בערים מפותחות באסיה (כגון סיאול, טוקיו, סינגפור והונג קונג) שיעור הנסיעות בתחבורה ציבורית מגיע למעל 60% בהשוואה לכ- 3.1% בלבד בערים אמריקאיות. הפליטות לנפש של גזי החממה מתחבורה בערים האסייתיות נמוכות פי ארבע לערך מאלו שבערים האמריקאיות! גם מכך ניתן להסיק כי שיפור גדול בתחבורה הציבורית בישראל (שבה הצפיפות בערים קרובה יותר לערים האסייתיות מאשר לאמריקאיות) עשוי להביא עימו הפחתה גדולה בפליטת גזי החממה מתחבורה (שהוא, כידוע, הסקטור בעל התרומה השנייה לכלל הפליטות לאחר האנרגיה).



(בגרף זה לא נכללו ערים אסיאתיות עניות, אשר להן מאפיינים המצריכים ניתוח נפרד)

כבר הוכח שאמצעי מדיניות שונים עשויים להסיט מספר ניכר של נוסעים במטרופולינים מרכב פרטי לתחבורה ציבורית (מעל ומעבר לגידול כביכול במספר הנסיעות הכולל). אמצעים אלה כוללים, לדוגמא:

- שיפור השירות באמצעי התחבורה הציבורית השונים (כגון קיצור זמני המתנה, נגישות, מתן זכויות דרך משופרות וזכות קדימה בצמתים, שיפור המידע בתחנות, ועוד).
- שילוב אמצעי תחבורה נוספים כגון BRT, רכבות קלות, חשמליות, וכדומה.



- קישור ושילוב טוב יותר של אמצעי התחבורה השונים במסלולי הנסיעה, בתחנות, בלוחות הזמנים ובכירטוס.
- שינוי דרמטי בתכנון העירוני ובשימושי הקרקע באופן שהתכנון יהיה מוטה תחבורה ציבורית.

כל אלה כדאיים כשלעצמם, לא כל שכן אם נזכור יתרונות נוספים בשיפור ניכר של התחבורה הציבורית ובהגבלת השימוש ברכב פרטי בערים הגדולות והצפופות, כגון:

- הפחתת עומסים ופקקי תנועה לרבות חיסכון בזמן ובדלק למשק הלאומי בשל כך.
- הקטנת זיהום האוויר המקומי והתחלואה הנלווית אליו.
- צמצום תאונות הדרכים.
- האטת המרוץ הבלתי פוסק לסלילת כבישים חדשים ולהרס שטחים פתוחים נוספים בשל כך.

בדיקה נוספת של Kenworthy כללה 84 ערים בעולם. בדיקה זו העלתה כי רמת השימוש באנרגיה ופליטות גזי חממה מתחבורה קשורה באופן ברור לכמה גורמים. כבישים מהירים עירוניים וזמינות גבוהה של חניה במרכזי התעסוקה והעסקים קשורים באופן ברור עם צריכת אנרגיה גדולה ופליטה מוגברת של גזי חממה. נמצא כי גם בערים הפרושות על שטח נרחב בצפיפות נמוכה השימוש באנרגיה ורמת הפליטות גבוהות. לעומת זאת, איכות וזמינות של תחבורה ציבורית, ובפרט הענקת זכויות דרך משופרות ותחבורה עירונית מסילתית נמצאו ע"י קנוורתי כמקטינות צריכת אנרגיה ופליטות מתחבורה. מסקנתנו של קנוורתי היא כי בערים קומפקטיות בעלות שימושי קרקע מעורבים בעלות מערכת תחבורה ציבורית טובה עם מרכיב של תחבורה מסילתית, וזאת בנוסף למגבלות תנועה וחניה במרכז העיר ותכנון המעודד הליכה ברגל ורכיבה על אופניים קיים פוטנציאל גדול לחיסכון ניכר באנרגיה ובפליטת גזי חממה.

קשה לבצע במסמך זה חישובים ומדדים מדויקים בהעדר מידע בסיסי. עם זאת כדי לתת הערכה וסדר גודל בלבד נראה את החישוב הבא: הפליטה של פחמן דו חמצני לנפש במדינת ישראל בשנת 2005 הייתה 10.2 טון, ובסך כל הפליטות היה חלק התחבורה 18.31% (הנתונים עפ"י דו"ח מקינזי). מכאן נובע כי הפליטה לנפש מתחבורה היא 1.87 טון. נכון כי לא כל הפליטות מתחבורה נובעות מנסיעות של נוסעים (בין אם ברכב פרטי או בתחבורה ציבורית) ויש גם נסיעות מסחריות (ובכך אולי נתון זה מוטה כלפי מעלה ככל שמדובר בפליטות של נוסעים), אולם למרות זאת ניתן להעריך שנתון זה עדיין מוטה כלפי מטה, לפחות במטרופולין ת"א, וזאת כיוון שהמצב הסוציו אקונומי ורמת המינוע (מספר כלי הרכב ל-1000 נפש) בת"א גבוהות מהממוצע הארצי. רמת המינוע בת"א בשנת 2008 (עפ"י נתוני הלמ"ס) היא 665 כלי רכב ומתוכם 464 כלי רכב פרטיים



וזאת לעומת 306 כלי רכב בממוצע ארצי. מכאן ניתן להעריך כי הפליטות לנוסע לשנה (של ברכב פרטי ובתחבורה ציבורית במשולב) במטרופולין ת"א עלו על 2 טון פחמן דו חמצני. עפ"י קנוורת פליטה זו בערים אמריקאיות היא בממוצע 4.41 טון לנפש, בערים קנדיות 2.42 טון לנפש ובערים אוסטרליות 2.23 טון לנפש. מכאן שהפליטה במטרופולין ת"א די דומה לזו שבערים האוסטרליות והקנדיות המתוכננות ובנויות לרכב פרטי, הגם שהרבה פחות בערים אמריקאיות. מן הצד השני הפליטה לנפש מתחבורה בערים אירופיות נמוכה בהרבה: 1.27 טון, ובערים אסיאתיות מפותחות 0.825 טון. כפי שראינו לעיל בגרף בסעיף 1, הצפיפות בת"א גדולה יותר מבערים האמריקאיות, הקנדיות, האוסטרליות ואף האירופיות שנבדקו, ומכאן שלכאורה הפליטות לנפש בת"א היו אמורות להיות נמוכות אף מאלו שבערים האירופיות.

מכאן ניתן להעריך כי פוטנציאל ההפחתה במטרופולין ת"א כתוצאה משיפור ניכר במערכת התחבורה הציבורית יחד עם צמצום השימוש ברכב פרטי גדול מאד. מדוע לא מומש עד כה פוטנציאל זה? ניתן רק להעריך כי עובדה זו נובעת מכך שבפועל מתוכנן המטרופולין (כמו גם אזורים עירוניים אחרים בארץ) לעידוד הרכב הפרטי.

#### **ד. תחבורה בת קיימא: להתקדם מעבר לשיפורים הטכנולוגיים**

ישנן הגדרות רבות לתחבורה בת קיימא. באופן כללי תחבורה בת קיימא:

- מאפשרת סיפוק של צורכי הנגישות הבסיסיים של הפרט והחברה באופן שמתחשב בבריאות האדם והסביבה תוך כדאי שמירה על שוויון תוך דורי ובין דורי.
- היא יעילה, במחיר הוגן, מאפשרת מגוון סוגי תחבורה ותומכת בכלכלת האזור.
- ממזערת את החתימה הסביבתית ע"י הקטנת פליטות ופסולת לרמת שלא עולה על יכולת הנשיאה של כדור הארץ, מצמצמת ככל האפשר צריכת משאבים מתכלים, מצמצמת ככל האפשר צריכת משאבים מתחדשים ביחס לקצב ההתחדשות שלהם, מעודדת מחזור ושימוש חוזר של פסולת, ממזערת מפגעי רעש ומצמצמת שימוש בשטחים פתוחים.

מסמך זה טוען כי קיים פוטנציאל להפחתת גזי חממה כתוצאה ממעבר לתחבורה ציבורית בד בבד עם צמצום השימוש ברכב פרטי באמצעים שונים של ניהול תחבורה. כפי שנטען לעיל לשיפורים טכנולוגיים במנועי כלי רכב יש יתרונות בהפחתת פליטות, ועל כן הם חשובים לצורך השגת תחבורה בת קיימא כהגדרתה לעיל. עם זאת, הם רחוקים מלהיות מספיקים.

יתרונות רבים נוספים שיש לניהול תחבורה על פני התמקדות בשיפורים טכנולוגיים בלבד הופכים את מגוון הכלים של ניהול תחבורה להכרחיים וחיוניים להשגת תחבורה בת קיימא.



היתרונות הנוספים של ניהול תנועה בהשוואה לשיפורים טכנולוגיים מובאים בטבלה שלהלן:  
**השוואה של מידת התועלת מניהול תחבורה בהשוואה לשיפור יעילות טכנולוגי של כלי רכב פרטיים**

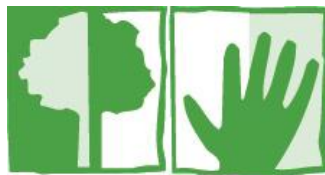
התועלת	שיפור טכנולוגי	ניהול תחבורה
הקטנת הצפיפות בכבישים	-	+
חסכון בהוצאות על כבישים וחניה	-	+
חסכון בעלויות לנוסע	?	+
צמצום תאונות דרכים	-	+
הגדלת היצע תחבורתי לאוכלוסיית הלא נהגים	לא רלוונטי	+
חיסכון באנרגיה	+	+
הקטנת זיהום אוויר	+	+
שיפור בבריאות (תוספת הליכה)	לא רלוונטי	+
<b>צמצום פריסה מרחבית (למשל סלילת כבישים חדשים)</b>	-	+

מקרא: + מגדיל תועלת  
 - מקטין תועלת

## המלצות

1. יישום מיידי ומלא של התכנית הלאומית להפחתת גזי חממה ושל התכנית הלאומית לצמצום זיהום האוויר.
2. שינוי משמעותי של מדיניות התחבורה ממדיניות המעודדת רכב פרטי למדיניות המסתמכת על אמצעי הסעת המונים ושילוב של ניהול צד הביקושים. הטמעת מדיניות זו בתכנית הלאומית הנ"ל.
3. הקמת רשויות מטרופוליניות לתחבורה ציבורית בגוש דן, חיפה וירושלים.





**אדם טבע ודין**  
**אדם טבע ודין אגודה ישראלית**  
**להגנת הסביבה (ע"ר)**  
Israel Union for Environmental Defense  
أدام طيفاع قدين

יהודה הלוי 48, תל אביב  
טל: 03-5669939  
כתובת למכתבים: ת.ד. 15, תל אביב 61000  
[www.adamteva.org.il](http://www.adamteva.org.il)

