



Israel
Public Policy
Institute

HEINRICH BÖLL STIFTUNG
TEL AVIV

נייר מדיניות | פברואר 2021

להפוך את התחבורה החכמה לבת-קיימא

כיצד למנף את הפוטנציאל של תחבורה חכמה
ושיתופית במסגרת ההתמודדות עם משבר האקלים

פליקס קרויציג

עיצוב המעבר לכלכלה דלת פחמן -
פרספקטיבות מישראל ומגרמניה

סדרת ניירות מדיניות של המכון הישראלי
למדיניות ציבורית (IPPI) וקרן היינוך בל תל אביב



In Cooperation with:



Embassy
of the Federal Republic of Germany
Tel Aviv



Mercator Research Institute on
Global Commons and Climate Change

להפוך את התחבורה החכמה לבת-קיימא

כיצד למנף את הפוטנציאל של תחבורה חכמה ושיתופית
במסגרת ההתמודדות עם משבר האקלים

מחבר

ד"ר פליקס קרויצקי

מובילי הפרויקט

עוז ארוך

קרן היינריך בל תל אביב
← oz.aruch@il.boell.org

פולינה גרייב

המכון הישראלי למדיניות ציבורית (IPPI)
← polina@ippi.org.il

אודות הפרויקט

נייר המדיניות הזה נכתב במסגרת הפרויקט
"מעבר לפחמן: עיצוב המעבר לכלכלה דלת
פחמן - פרספקטיבות מ ישראל ומגרמניה" והוצג
במסגרת סדנת מומחים ייעודית בדצמבר 2020.
הפרויקט כולל פרסום של סדרת ניתוחי מדיניות
וקיום סדנאות מומחים ונועד לקדם את הדיאלוג
ואת חילופי הידע בין מומחים מ ישראל ומגרמניה
בכל הנוגע למעבר לכלכלה דלת פחמן.

הפרויקט הוא פרי שיתוף פעולה של המכון
הישראלי למדיניות ציבורית (IPPI) וקרן היינריך
בל תל אביב. הפרויקט יצא לפועל הודות לתמיכתה
הנדיבה של קרן האקלים של משרד החוץ הגרמני,
המיוצגת על ידי שגרירות גרמניה ב ישראל.

ברצוננו להודות למכון מרקטור למחקרי אקלים
(MCC) על המומחיות, התובנות ושיתוף הפעולה
המצוין במסגרת הפרויקט.

נא לצטט באופן הבא:

קרויצקי, פליקס (2021). להפוך את התחבורה החכמה
לבת-קיימא: כיצד למנף את הפוטנציאל של תחבורה
חכמה ושיתופית במסגרת ההתמודדות עם משבר
האקלים. סדרת ניירות מדיניות "מעבר לפחמן: עיצוב
המעבר לכלכלה דלת פחמן - פרספקטיבות מ ישראל
ומגרמניה". המכון הישראלי למדיניות ציבורית וקרן
היינריך בל תל אביב.





Israel
Public Policy
Institute

המכון הישראלי למדיניות ציבורית (IPPI)

המכון הישראלי למדיניות ציבורית (IPPI) הוא מוסד מחקר יישומי עצמאי הפועל בממשק שבין החברה, הטכנולוגיה והסביבה. באמצעות תכניות מחקר ייחודיות ורשת בינלאומית של שחקנים מהמגזר הציבורי, האקדמיה, החברה האזרחית והתעשייה, המכון מקדם התחדשות רעיונית במרחב הציבורי במטרה לעצב, להנחות ולקדם את תהליכי השינוי של החברות שבהן אנו חיים אל עבר עתיד דמוקרטי ובר-קיימא.

■■■ HEINRICH BÖLL STIFTUNG
TEL AVIV

קרן היינריך בל תל אביב

קרן היינריך בל היא מכון מחקר ופעולה עצמאי העוסק בראיית עולם ירוקה. באמצעות רשת בינלאומית, הכוללת 33 משרדים ברחבי העולם, הקרן פועלת בשיתוף פעולה עם למעלה מ-100 שותפים לעשייה ביותר מ-60 מדינות. עבודת הקרן בישראל מתמקדת בקידום פרויקטים המחזקים את עקרונות הקיימות, הדמוקרטיה והשוויון המגדרי, וכן בחילופי ידע בין מומחים ומוסדות העוסקים במדיניות ציבורית בישראל ובגרמניה.

ישראל גרמני
DIALOG

תוכנית דיאלוג ישראל-גרמניה של קרן היינריך בל

תוכנית הדיאלוג ישראל-גרמניה של קרן היינריך בל נוסדה במטרה לקדם שיתוף פעולה וחילופי ידע בין מומחי מדיניות מגרמניה ומישראל על מנת לייצר תובנות מעשיות לקידום ערכים דמוקרטיים ופיתוח בר-קיימא. התוכנית מאגדת בתוכה מגוון פעילויות ופרויקטים המספקים מרחב ייחודי עבור חוקרים ואנשי מקצוע מהמגזר הציבורי, מהאקדמיה, מעולם ההיי-טק ומהחברה האזרחית, שבו הם יכולים להיפגש, לדון ולגבש פתרונות חדשניים לאתגרים החברתיים המשותפים לשתי המדינות.



תוכן העניינים

5	תקציר מנהלים	
6	מבוא	01
7	הערכה של פליטות CO2 שוליות לפי סוגי תחבורה שיתופית	02
10	השפעות מערכתיות: זירה מעורפלת	03
12	הכלכלה של התחבורה השיתופית	04
13	המלצות מדיניות	05
14	הפניות	

תקציר מנהלים

עם מספר הולך וגדל של סטארט-אפים בתחום התחבורה השיתופית החכמה, יזמים טכנולוגיים מאדירים לעיתים קרובות את היתרונות הרבים הטמונים באמצעי תחבורה חדשניים אלו, החל מהפחתת פליטות גזי חממה ועומס תנועה במרכזים עירוניים ועד לצמצום מספר התאונות בדרכים. המצדדים בטכנולוגיות החדשות האלה, מציגים אותן כשילוב מנצח בין אקטיביזם סביבתי להזדמנויות עסקיות חדשות, אולם קולות ספקניים מדגישים יותר ויותר שאלטרנטיבות אלו עלולות לגרום לעלייה בפליטת גזי החממה (GHG) בסקטור התחבורה.

נייר מדיניות זה מספק הערכה מקיפה של ההשפעות הסביבתיות של אמצעי התחבורה השיתופית המרכזיים באמצעות אומדן פליטות ה- CO_2 השוליות שלהם, ומתוך התחשבות בגורמים האחראים להבדלי הפליטות של כל אמצעי תחבורה שיתופית בתרחישים שונים.

מהנתונים עולה שיעילות אנרגטית גבוהה, לצד שיעורי תפוסה גבוהים בכלי רכב, הם גורמים משמעותיים בהפיכת התחבורה העירונית לבעלת טביעת פחמן נמוכה. יתרה מכך, הוכח שההתחשבות בהשפעות מערכתיות רחבות יותר, כפי שהן מוצגות בנייר המדיניות הזה, היא חיונית לזיהוי הגורמים התורמים (או אלו העשויים להזיק) למאבק בשינויי האקלים. רק אם תחבורה שיתופית תוכנן כדי להחליף נסיעות ברכב פרטי, ולא נסיעות בתחבורה ציבורית, היא תוכל לתרום להשגת היעד של הפחתת הפליטות בתחום התחבורה.

אם משלבים בין התובנות על אודות טביעת הרגל הפחמנית של שירותי התחבורה השיתופית לנקודת מבט כלכלית, לרבות מאמצי חברות התחבורה השיתופית להשיג רווחיות, הממצאים מראים שהפוטנציאל של המודלים המוצעים כעת לקידום אמצעי תחבורה שיתופית באופן שיתמוך במקביל בקידום נייחות בת קיימא (דהיינו שטביעת הרגל הפחמנית שלה מצומצמת) הוא נמוך במיוחד בטווח הזמן הנראה לעין. עם זאת, יש סיבות לאופטימיות אם מתמקדים בשוק שיתוף המכוניות המסורתית, בשילוב תנאים ורגולציה משופרים. התובנות המוצגות במחקר זה מראות שצעדים כאלה יכולים להביא לצמצום דרמטי בשימוש ברכב פרטי ובפליטות הפחמן, לצד השלכות חיוביות נוספות, כגון יצירת מרחב רב יותר לחיים עירוניים.

שילוב בין שימוש באופניים פרטיים לתחבורה שיתופית יכול להוביל לתחבורה עירונית שיש לה טביעת רגל פחמנית נמוכה. עם זאת, יישום יעיל של האמצעים האלה תלוי בגורמים הרגולטוריים ובתמריצים הנוספים שייצרו, הן עבור המשתמשים בתחבורה והן עבור ספקי השירותים, ובהובלת צעדים אמיצים לגיבוש נורמות ורגולציות חדשות בכל הנוגע לשימוש במרחב העירוני, כאשר המטרה הסופית היא לאסור כליל על שימוש ברכב במרכזי הערים.

1. מבוא

ומחברים, יכול להוביל לבדו לתחבורה בת-קיימא. תפיסה זו צריכה להטריד כל אחת ואחד השואפים לקידום תחבורה בת-קיימא, במיוחד אם אותם הגורמים נחשבים שחקנים מובילים בפילוס הדרך לתכנון עתיד התחבורה⁴. לכן הגיעה העת לדון בבלבול הטרמינולוגי הזה ולהבין אילו מהאפשרויות הקיימות היום בתחום התחבורה החכמה והשיתופית תורמות לצמצום ההתחממות הגלובלית ואילו אינן תורמות לכך, ולהבהיר את התנאים לשילוב המיטבי בין תחבורה שיתופית וחכמה לפיתוח בר-קיימא.

מסקר בקרב גורמים רלוונטיים בישראל, עולה שיזמים בתחום התחבורה החכמה מונעים בעיקר ממוטיבציה עסקית ומהזדמנויות מסחריות, אך חסרה להם לרוב הבנה רחבה של קיימות ושל הפעולות הנחוצות כדי לקדם את המעבר לתחבורה בת-קיימא.

נייר מדיניות זה מתכתב עם נייר המדיניות הקודם של המחבר שפורסם בשנה שעברה בנושא הצורך וההיתכנות של קידום פלטפורמת מידע אינטגרטיבית (IDP) לניהול תחבורה חכמה ושיתופית⁵. ראשית, המסמך שלפנינו מציג את טביעת פליטות הפחמן של אמצעי תחבורה שיתופית מסוימים וממחיש את טווח הפליטות הרחב של האמצעים השונים. שנית, המסמך מדגיש את התפקיד הייחודי של תפוסת רכב כמשתנה מפתח. שלישית, הנייר מציג תובנות בנוגע להשפעות המערכתיות הרחבות יותר של השימוש בתחבורה חכמה ושיתופית, ורביעית, הוא בוחן כמה מההיבטים הכלכליים המרכזיים של התחבורה החכמה. לאחר הצגת האתגרים והמידע הרלוונטי, נייר מדיניות זה כולל בסופו המלצות מדיניות המשרטטות מתווים פוטנציאליים לרתימת הפוטנציאל של התחבורה החכמה לטובת הפחתת פליטות הפחמן מתחום התחבורה כדי לקדם את ההתמודדות עם משבר האקלים.

על רקע ההתחממות הגלובלית, הגורמת לשינויים מרחיקי לכת בכלכלה שלנו, והשפעת הצפיפות ועומסי החניה על איכות החיים שלנו, פרצו לחיינו אפשרויות תחבורה חדשניות שהבטיחו לשלב בין "חזון ירוק", תחבורה נוחה והזדמנויות עסקיות. במילותיהם של מארגני כנס התחבורה החכמה של ישראל: "בשלה העת למהפכה בתחבורה, לעולם נטול נפט, הרווי באמצעי תחבורה ירוקים, נגישים ויעילים"¹. תחבורה מבוססת דלק מאובנים נהפכת במהרה לנחלת העבר, וטכנולוגיות דיגיטליות חדשות הופכות את אמצעי ההתניידות החדשניים ואת השימוש בהם ליעיל ואטרקטיבי. מדינות כמו ישראל, שאין בהן תעשיית רכב מקומית המעכבת את ההתפתחות הזאת, אבל סובלות מהצפיפות התחבורתית הגבוהה ביותר מבין כל מדינות ה-OECD, ירוויחו במיוחד מעיצוב מחודש של מערכות התחבורה שלהן.

ועם זאת, דיגיטליזציה של התחבורה העירונית אין פירושה בהכרח קיימות חברתית וסביבתית². כך, בעוד שהאפשרויות לתחבורה שיתופית הולכות וגדלות עם הזמן, הרחובות נותרים צפופים מתמיד. כמו כן, אין כל סימן לירידה בפליטות גזי חממה בסקטור התחבורה. לפיכך, הגיעה העת לבחון מחדש את ההבטחה הגלומה בתחבורה שיתופית ובתחבורה חכמה, ולבדוק כיצד אפשר להגשים את הפוטנציאל הגלום בה.

נקודת ההתחלה של נייר המדיניות הזה היא בלבול מושגי – לעיתים קרובות מדי נעשה שימוש בביטויים "תחבורה חכמה" ו"תחבורה בת-קיימא" כאילו היו היינו הך. כך, מסקר בקרב גורמים רלוונטיים בישראל עולה שיזמים בתחום התחבורה החכמה מונעים בעיקר ממוטיבציה עסקית ומהזדמנויות מסחריות, אך חסרה להם לרוב הבנה רחבה של קיימות ושל הפעולות הנחוצות כדי לקדם את המעבר לתחבורה בת-קיימא³. כפי שצינו החוקרים נוי וגבעוני במאמר מ-2019: "נראה שהאמונה בקרב היזמים האלה היא שפיתוח טכנולוגי, במיוחד בכל הנוגע לרכבים אוטונומיים

2. הערכה של פליטות CO₂ שוליות לפי סוגי תחבורה שיתופית

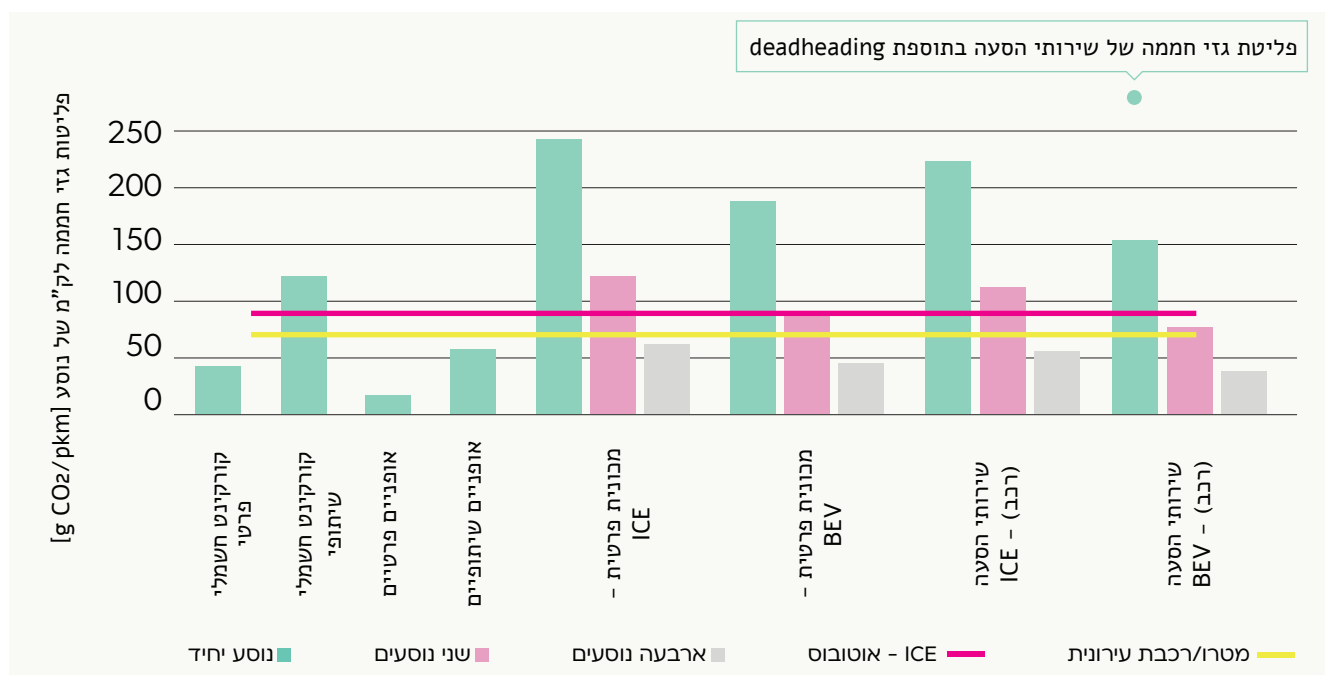
ישנם ארבעה סוגים עיקריים של תחבורה שיתופית.⁶ הסוג הראשון, תחבורה זעירה (Micromobility), דוגמת אופניים שיתופיים ופלטפורמות לקורקינטים חשמליים, כגון Tier ו-Lime. השימוש בתחבורה זעירה נעשה לרוב במרכזים עירוניים לשם נסיעה למרחקים קצרים. הסוג השני, שיתוף רכב (Carsharing), משמעו שימוש במכוניות רגילות, אך מאגר לקוחות משותף יכול להשתמש בהן. שיתוף רכב מתייחס הן למודל שבו כלי הרכב מוצבים בעמדה קבועה שממנה אפשר לקחת ולהחזיר אותם, והן למודלים גמישים יותר של שיתוף, שהם יקרים יותר בדרך כלל. הסוג השלישי הוא שירותי הסעה (Ridesourcing), כגון Uber ו-Lyft, הפועלים למעשה כשירותי מוניות ללא רגולציה, אם כי בימים אלו נעשים ניסיונות לאסדר אותם. הסוג הרביעי הוא תחבורה ציבורית משותפת (Shared Pooled Mobility), כגון Bubble ו-ViaVan, האוספת נוסעים ומורידה אותם לאורך מסלולים גמישים. נייר זה יבחן כעת לעומק את האפשרויות המוזכרות לעיל

(מלבד שיתוף רכב, שכן פליטות הפחמן השוליות של סוג השיתוף הזה זהות לאלו הכרוכות בנסיעה רגילה ברכב פרטי). ההבטחה הגלומה באמצעי התחבורה השיתופית השונים היא שהם משנים את התנהגות הצרכנים לטווח ארוך "על ידי שינוי הבחירה האישית באפשרויות תחבורה מבעלות למענה לביקושים (On-Demand)"⁷. בחלקים הבאים של נייר זה נחקור את ההשפעות הסביבתיות של תחבורה שיתופית והאם היא מקיימת את הבטחתה.

הצעד הראשון בדרך להערכת ההשפעות האקלימיות של האפשרויות השונות לשימוש בסוגים השונים של תחבורה שיתופית הוא חישוב פליטות ה-CO₂ בכל ק"מ שאדם נוסע. חישוב זה יכול להיעשות באמצעות ניתוח מחזור החיים המיוחס לכל אמצעי תחבורה (ALCA), חישוב כזה נערך לרוב במחקרים אקדמיים. פורום התחבורה הבינלאומי (ITF) פרסם מערך נתונים שלם הכולל הערכה כזאת עבור מגוון רחב של אפשרויות, ואף שקלל את הנתונים באמצעותו עבור כמה תרחישים.⁸ תרשים 1 מציג כמה אמצעי תחבורה, לצד גובה פליטות גזי החממה שלהם לק"מ של נוסע. הסוגים המוצגים בתרשים הם תחבורה זעירה (אופניים שיתופיים וקורקינטים חשמליים) ושירותי הסעה.

תרשים 1

השוואת התוספת היחסית לזיהום העולמי של אפשרויות תחבורה שיתופיות ושאינן שיתופיות⁹



ICE הוא מנוע בערה פנימי, ואילו BEV הוא רכב עם סוללה חשמלית. אם נסיעה ללא נוסעים (deadheading) נכללת בחישוב, שירותי הסעה הופכים להיות מזהמים יותר, ושיעור פליטות CO₂ שלהם גבוה יותר משל רכב פרטי.

מהנתונים שלעיל עולים כמה ממצאים מרכזיים:

← **כלי רכב דו-גלגליים ידידותיים לסביבה יותר מכלי רכב ארבע-גלגליים:** הן קורקינטים חשמליים והן אופניים מציגים ביצועים טובים יותר בהשוואה לכל אמצעי תחבורה אחר. למשל, אופניים פרטיים יעילים פי 15 מבחינת פליטת CO₂ בהשוואה למכונית פרטית ממוצעת בעלת מנוע בערה פנימי. הסיבה המרכזית לכך היא שדו-גלגליים קלים הרבה יותר ממכוניות, ולכן האנרגיה הכללית הנדרשת לנסיעות ביחס למסת הרכב נמוכה במידה ניכרת. היבט נוסף, משמעותי פחות אבל רלוונטי גם כן, הוא שסך הפליטות הכלליות בתהליך הייצור נמוך יותר בכלי רכב קטנים יותר.

תפוסה היא שם המשחק בכל הנוגע לשימוש ברכב. אף שכלי רכב שנוהג בהם אדם אחד בלבד מציגים ביצועים גרועים הרבה יותר בהשוואה לתחבורה ציבורית מסורתית, התועלת השולית של פליטת ה-CO₂ של כל נוסע לק"מ עולה עם כל נוסע ונוסע. כך, מכונית בתפוסה של ארבעה נוסעים מציגה ביצועים דומים לביצועים של קורקינטים חשמליים ואופניים שיתופיים.

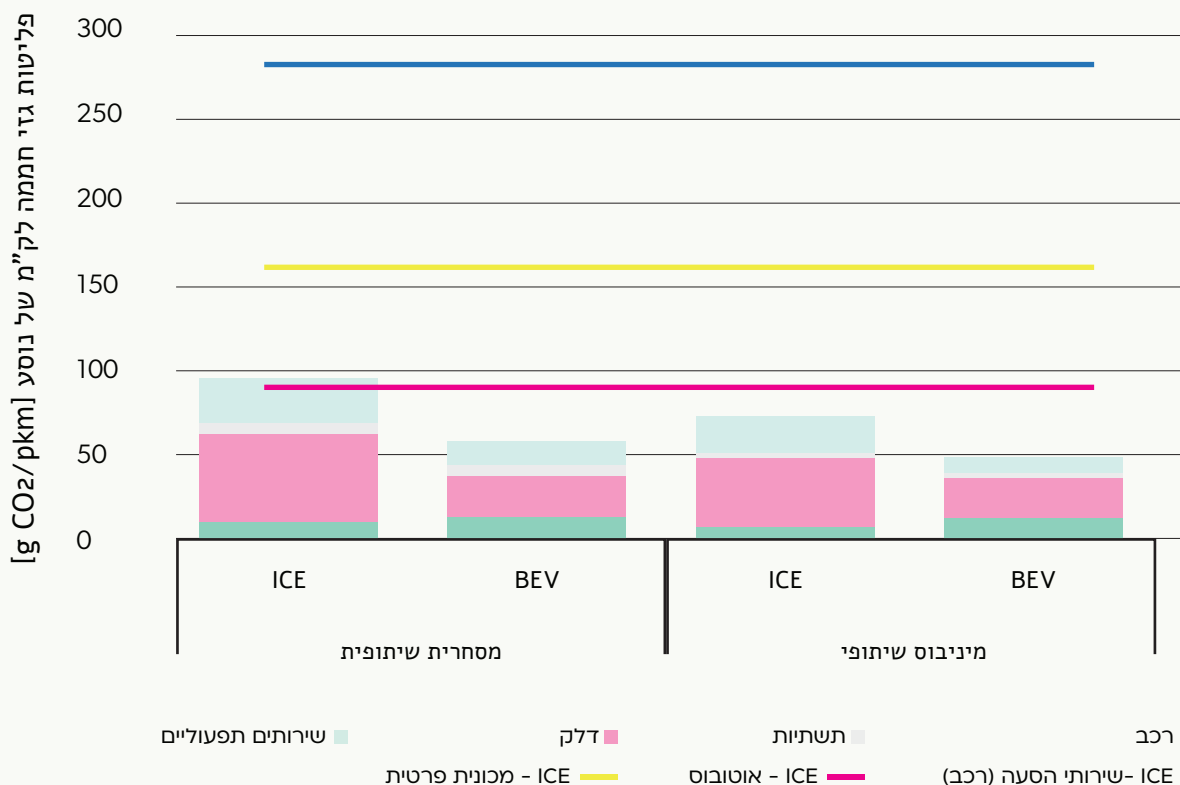
← **קיימת היררכיה טכנולוגית ברורה:** אמצעי תחבורה שאינם מנועיים (אופניים) יעילים הרבה יותר בכל הנוגע לפליטת CO₂, ואחריהם ניצבים אמצעי תחבורה חשמליים (קורקינטים חשמליים ומכוניות חשמליות). כלי רכב מסורתיים בעלי מנוע בערה מציגים את הביצועים הגרועים ביותר. חשוב לציין, רכבים חשמליים מונעים בחלקם בחשמל המופק מפחם או מגז, ועל כן תורמים גם הם לפליטת פחמן. עם זאת, מבחינה סביבתית, תחבורה חשמלית היא, כמובן, שיפור ביחס למנועי בערה.

← **תפוסה היא שם המשחק בכל הנוגע לשימוש ברכב:** אף שכלי רכב שנוהג בהם אדם אחד בלבד מציגים ביצועים גרועים הרבה יותר בהשוואה לתחבורה ציבורית מסורתית, התועלת השולית של פליטת ה-CO₂ של כל נוסע לק"מ עולה עם כל נוסע ונוסע. כך, מכונית בתפוסה של ארבעה נוסעים מציגה ביצועים דומים לביצועים של קורקינטים חשמליים ואופניים שיתופיים. למעשה, תפוסה היא הבסיס לתחבורה יעילה. מחקר מהעת האחרונה מוצא שתפוסה אחראית ל-90%-70% מעוצמת פליטות גזי החממה שנצפו, ואילו את ה-10% עד 30% הנותרים אפשר לייחס להבדלים במרחקי הנסיעות, בטכנולוגיה ובתנאי הפעילות.¹⁰

← **נסיעות ללא נוסעים (Deadheading):** רוב האוטובוסים נוסעים ריקים מנוסעים במשך 25%-1% מזמן הנסיעה הכולל שלהם. בערים ובמדינות שבהן אחוז גבוה מהאוכלוסייה משתמש בתחבורה ציבורית (למשל, בנגלור שבהודו), הנסיעות הריקות מועטות יחסית, ואילו בערים ובמדינות שבהן אחוז המשתמשים בתחבורה ציבורית נמוך (למשל, בריסבין שבאוסטרליה) שיעור הנסיעות הריקות גבוה. בשירותי הסעה יש שיעורים גבוהים של נסיעות ריקות, 42% עד 81% בדרך כלל,¹¹ ויש להתחשב בהם בחישוב הפליטות השוליות לק"מ של כל נוסע. אם מביאים בחשבון פליטות פחמן של כל נוסע לק"מ, פליטות גזי החממה בשירותי הסעה גבוהות הרבה יותר מאלו שבנסיעות ברכב פרטי (תרשים 1).

תרשים 2.

השוואה בין סוגי תחבורה שיתופית לבין אוטובוס, רכב פרטי ושירותי הסעה (כולל נסיעות ריקות)¹²



החישוב מבוסס על ההנחה שבמכונית מסחרית יש שמונה מושבים ושיעור התפוסה הממוצע שלה הוא 70%, כפי שנצפה בעיר ניו יורק (4.5 מושבים תפוסים בממוצע), ושיעור הנסיעות הריקות הוא 150%. במיניבוסים יש 20 מושבים ותפוסתם הממוצעת היא 10 מושבים.

אפשר לטעון אפוא ששירותי תחבורה זעירה ותחבורה שיתופית בתפוסה גבוהה אכן מחוללים שינוי חיובי בכל הנוגע להפחתת פליטות פחמן בסקטור התחבורה, ואילו שירותי הסעה אינם מאפשרים שינוי כזה.

שירותי תחבורה זעירה ותחבורה שיתופית בתפוסה גבוהה אכן מחוללים שינוי בכל הנוגע להפחתת פליטות פחמן בסקטור התחבורה, אך שירותי הסעה אינם מאפשרים שינוי כזה.

מניתוח התפוסה שלעיל נראה כי יש יתרון לתחבורה שיתופית, מכיוון שנוסעים בה יותר נוסעים בכלי רכב אחד בכל קילומטר של נסיעה. אכן, מניתוח התוספת היחסית שלה לזיהום עולה שבכל הנוגע לפליטות של CO₂, תחבורה שיתופית עדיפה על שירותי הסעה ועל כלי רכב המבוססים על מנועי בערה פנימיים, וגם על נסיעה באוטובוס (תרשים 2). מדובר בנתון משמעותי שיש לתת עליו את הדעת, ומשתמע ממנו שהכול יכולים להרוויח מהמעבר מאוטובוסים לתחבורה שיתופית, הן מהנוחות והן בכל הנוגע לפליטות CO₂, אף על פי שתחבורה שיתופית יקרה יותר. בשילוב הנעה חשמלית, תחבורה שיתופית הופכת להיות יעילה בשיעורים דומים לאלו של קורקינטים חשמליים.

3. השפעות מערכתיות: זירה מעורפלת

עד עתה דנו בפליטות שוליות של גזי חממה לפי סוגי התחבורה השיתופית השונים. עם זאת, כידוע בתחום הקיימות, בחירת גבולות הניתוח היא גורם מכריע,¹³ ויש להתחשב בהשפעות מערכתיות רחבות יותר. ההשפעה החשובה ביותר נוגעת לשאלה בעניין שירות התחבורה שאמצעי התחבורה השיתופית השונים מחליפים. אם אמצעי תחבורה שיתופית מסוים מחליף רכיבה על אופניים או הליכה, פליטת גזי החממה תגדל. לעומת זאת, אם השימוש באמצעי תחבורה שיתופית מסוים יחליף את השימוש ברכב הפרטי, ההשפעות המערכתיות יהיו חיוביות.

לפי מחקר של פורום התחבורה הבינלאומי (ITF), שירותי הסעה כגון Uber, שטביעת הרגל הפחמנית שלהם היא הגרועה ביותר מכל האפשרויות, מחליפים שליש מכלל הנסיעות בתחבורה הציבורית.

לשירותי הסעה יכולות להיות השפעות חיוביות בתרחישים מסוימים על שיעור הפליטות בסקטור התחבורה, אולם ברוב המקרים שירות זה דווקא תורם לגידול בפליטת גזי החממה הכוללת, שכן הוא נוטה להחליף צורות תחבורה בעלות טביעת רגל פחמנית מצומצמת יותר. דוגמה אחת של ההשפעה החיובית של שירותי הסעה היא מחקר שערך שירות ההסעות המרכזי בסין, Didi, שמצא כי שירותי הסעות יעילים יותר ממוניות בכל הנוגע לפליטת CO₂, מכיוון שהנהגים של Didi ממתינים בנקודה שבה הם הורידו נוסעים כדי לאסוף נוסעים חדשים, במקום לחזור לתחנות קבועות.¹⁴ יחד עם זאת, המחקר המקיף יותר של פורום התחבורה הבינלאומי (ITF) חידד את ההשפעות השליליות של שירותי הסעה בכל הנוגע להיבט הסביבתי. כך, מהמחקר עולה כי שירותי הסעה, כגון Uber, שטביעת הרגל הפחמנית שלהם היא הגרועה ביותר מכל האפשרויות, מחליפים שליש מכלל הנסיעות בתחבורה הציבורית.¹⁵ כמו כן, ההחלפה של מכוניות ומוניות בשירותי הסעה בב-40% מכלל הנסיעות, שיכלה על פניו להיות

מועילה, דווקא הגדילה את פליטות גזי החממה. יתרה מזו, הנוחות של שירותי ההסעה למיניהם הובילה לתופעה הידועה בכינוי "נסיעה מוגברת", שבה 8% מכלל המשתמשים בשירותי הסעה היו בוחרים שלא לנסוע כלל אלמלא הייתה להם האפשרות הזאת.¹⁶ על כן, אפשרות התחבורה הזאת היא הגורמת למירב פליטות גזי החממה העודפות בכל נסיעה.

לשיתוף רכב, נושא שעד כה לא עסקנו בו, השפעות חיוביות, אם כי מצומצמות יחסית. הוא מחליף, במקרים מסוימים, בעלות פרטית על מכונית, מה שמוביל לצמצום סך כול הנסיעות ברכב ובפועל מביא לביטול נסיעות שאינן נחוצות – דבר שמפחית את פליטת גזי החממה. כך, ממחקר שנערך על שיתוף רכב בסן פרנסיסקו עולה כי בעקבות ההחלפה של שימוש ברכב פרטי, שירותי שיתוף רכב חוסכים כחצי טונה של CO₂ לכל משתמש – נתון המקביל ל-18%-16% מסך פליטת גזי החממה שקדמה לשינוי.¹⁷ השפעות דומות נצפו גם בהולנד ובקלגרי שבקנדה, אך בהיקפים פחותים.¹⁸

השפעותיה של **התחבורה הזעירה** מעורפלות יחסית. היא אומנם מחליפה חלק מהנסיעות ברכב (5%-15% מכלל הנסיעות), ומפחיתה את סך הפליטות של גזי חממה, ועם זאת, היא מחליפה גם מספר רב של טיולים ברגל או באופניים – כמעט מחצית מכלל הנסיעות בקורקינטים חשמליים היו נערכות ברגל. עלייה זו בביקוש לנסיעות ממונעות מגדילה את פליטות גזי החממה. לעומת זאת, הדוגמה של שיתוף אופניים חופשי (Dockless Bikes) בשנחאי ממחישה ששיתוף אופניים יכול, תחת תנאים מסוימים, להחליף גם נסיעות ברכב בשיעור גבוה. כך, בדוגמה של שנחאי, שיתוף אופניים הוביל להפחתה בשיעור גבוה של נסיעות ברכב, במיוחד במרכז העיר בשעות הערב, דבר שהוביל להפחתת פליטות ה-CO₂ ביותר מ-25,000 טונות.¹⁹ ממקרה בוחן אחר, שבדק את המקרה של שיתוף אופנועים בג'קרטה שבאינדונזיה, עולה שהיתרונות שבהחלפה של השימוש ברכב בטלים לנוכח מיעוט השימוש בתחבורה ציבורית ושיעור הנסיעות הריקות – מה שמוביל לשיפור באיכות הניידות, אך אינו תורם להפחתת פליטות פחמן בסקטור התחבורה.²⁰

הערכה של חלופות ובחינה של מקרי בוחן ממחישות שההערכה של השפעות מערכתיות בתחום התחבורה השיתופית היא חיונית כדי להבין את התרומה הכוללת (או הנזק) שלהן להתמודדות עם שינויי האקלים. אם תחבורה שיתופית מתוכננת בצורה יעילה ומחליפה את השימוש ברכב, היא אכן יכולה לתרום להפחתה של פליטות גזי חממה.

לסיכום, הערכה של חלופות ובחינה של מקרי בוחן ממחישות שההערכה של השפעות מערכתיות בתחום התחבורה השיתופית היא חיונית כדי להבין את התרומה הכוללת (או הנזק) להפחתת פליטות CO2 בסקטור התחבורה ולהתמודדות עם שינויי האקלים. אם תחבורה שיתופית מתוכננת בצורה יעילה ומחליפה את השימוש ברכב, היא אכן יכולה לתרום להפחתה של פליטות גזי חממה.

טבלה 1.

השפעות של חלופות שונות בתחום התחבורה השיתופית²¹

השפעה ביחס לחלופות						המדינה	סוג השירות
מוניט	תחבורה ציבורית	מכוניות	הליכה	רכיבה על אופניים	נסיעה מוגברת		
-39%	-33%	-6%			8%	ארה"ב	שירותי הסעה
-27% עד -32%	-38% עד -45%	-5%			9%	צרפת	
	צמצום קטן	-10%			-10%	ארה"ב	שיתוף רכב
	גידול קטן	-10%			-10%	צרפת	
-15%	-10%	-15%	-37%	-9%	8%	ארה"ב	תחבורה זעירה
-4% עד -5%	-29%	-4% עד -5%	-47%	-12%	3%	צרפת	
-26%	-20%	-14%	-52%			ברזיל	

4. הכלכלה של התחבורה השיתופית

אף שכמה מהאפשרויות הקיימות בתחום התחבורה השיתופית השתלבו במרקם החיים העירוני רק בעת האחרונה, שיתוף רכב הוא תפיסה ישנה הרבה יותר. לפיכך, יש לבחון את התפתחות התחום לאורך זמן.

מבחינת התפתחות תחום שיתוף הרכב בעשורים האחרונים עולה מסקנה ברורה: פלטפורמות לשיתוף רכב הצליחו להתבסס ולמצוא את פלח השוק שלהן, אולם הן לא הובילו להקטנת שיעור הבעלות על רכב פרטי ולא לשינוי דפוסי הניידות בערים. מכמה ניתוחים עולה שגם מודלים חדשים וגמישים של שיתוף רכב ששווקו באגרסיביות כשלו ביצירת השינוי המיוחל.²² אומנם חברות מסוימות, כמו ShareNow (שנקראה בעבר Car2Go ו-DriveNow), זוכות לפופולריות והצליחו למצוא מאגר לקוחות יציב, אולם המספרים נותרים נמוכים מדי מכדי לשנות את סך הבעלות הכללית של כלי רכב ואת דפוסי התנועה בערים. שיתוף רכב ושירותים דומים נבחרים בעיקר בשל נוחות השימוש בהם, והם משמשים בעיקר שירותים משלימים לרכב פרטי, ואינם מחליפים לגמרי את השימוש בו.

אתגר משמעותי נוסף נוגע לכלכלת הצפיפות (Economics of Density). המשמעות של כלכלת צפיפות במקרה הזה היא שחברות בתחום התחבורה השיתופית חייבות לנסוע מספר מינימלי של נסיעות בתדירות גבוהה מספיק כדי להכניס כסף כדי לשמור על מודל עסקי בר-קיימא, כל שכן על מודל תחרותי. אפשרויות של תחבורה שיתופית הן תחרותיות מספיק מבחינה כלכלית בריכוזי אוכלוסייה בלבד, כלומר בערים צפופות. דו"ח שבחן את המקרה הגרמני טוען כי רק אזורים שצפיפות האוכלוסין בהם היא הגבוהה ביותר בגרמניה (אף כי מתגוררים בהם רק 5% מהאוכלוסייה הכללית), הם אטרקטיביים מספיק עבור חברות שיתוף רכב.²³ יש לבחון נתון זה ולעמת אותו עם המסקנות שלפיהן תושבי מרכזי ערים הם גם האנשים התלויים פחות ברכב. באזורים שצפיפות האוכלוסין בהם נמוכה עד בינונית, כולל פרברים, יש הפוטנציאל הגבוה ביותר למעבר משימוש אישי ברכב לשימוש שיתופי, אולם הם גם האזורים שחברות פרטיות אינן פונות אליהם מחשש שההכנסות לא יכסו את עלויות התפעול. מניתוח זה ומהמסקנות בדבר טביעת הרגל הפחמנית בחלקו הראשון של מסמך זה עולה שלתחבורה שיתופית אין

פוטנציאל משמעותי לקדם תחבורה דלת פחמן ובת-קיימא במסגרת השיטה הכלכלית הנוכחית.

פלטפורמות לשיתוף רכב הצליחו להתבסס ולמצוא את פלח השוק שלהן, אולם הן לא הובילו להקטנת שיעור הבעלות על רכב פרטי ולא לשינוי דפוסי הניידות בערים.

עם זאת, ישנן שתי קרני אור. ראשית, הניתוח שלעיל התמקד בתחבורה שיתופית דינמית, בעוד שהמודל המסורתי של שיתוף רכב נייח (דהיינו שירותי השכרת רכב) כן מאפשר הפחתה יעילה של פליטת גזי חממה, שכן הוא שירות השכרת הרכב המקובל לנסיעות ארוכות מחוץ לעיר, והוא המקושר בדרך כלל להחלפת הבעלות הפרטית על רכב ולמרחק נסיעה כולל.²⁴

שנית, ממחקרים על מודלים שונים שנערכו בפורום התחבורה העולמי (ITF) עולה שבתנאים מסוימים ועם רגולציה מותאמת, תחבורה שיתופית יכולה להוביל לשינוי חיובי בכל הקשור להפחתת הפליטות בסקטור התחבורה. כך, לפי פורום התחבורה הבינלאומי, בערים כמו דבלין, ליסבון והלסינקי יש פוטנציאל לשימוש בתחבורה שיתופית.²⁵ תוצאות המחקר הזה ממחישות שהחלפת כלי רכב פרטיים במאגר של מכוניות גדולות יותר ובשירותי מיניבוס באזורים עירוניים מפחית במידה ניכרת את מספר כלי הרכב הדרושים, מצמצם את פליטות גזי החממה ומאפשר להשתמש בשטח החניה הקיים לטובת שימושים עירוניים אחרים – ועם זאת, היכולת של כלל התושבים להגיע ממקום למקום נשמרת. לדוגמה, השימוש במיניבוסים יסייע לצמצם את התנועה בהלסינקי ל-4% מכלל כלי הרכב הפרטיים שנעשה בהם שימוש כיום, ועם כך:

← פליטות גזי החממה ממכוניות יצומצמו בשליש.

← הגודש והצפיפות יצומצמו ביותר משליש.

← מקומות חניה יתפנו לטובת שימוש ציבורי.

← תהיה פחות תנועה וזמני הנסיעה וההמתנה יהיו קצרים יותר ויעניקו יתרון לשירותים האלה על פני תחבורה ציבורית מסורתית. לנוכח היתרונות האלה, אפילו המשתמשים ברכב פרטי המורגלים בשימוש זה יהיו מעוניינים בחופש התנועה החדש הזה.

5. המלצות מדיניות

מהניתוח שלעיל עולה שתחבורה חכמה ושיתופית עשויה בהחלט לתרום להפחתת הפליטות בסקטור התחבורה ולהשלכות חיוביות נוספות, כגון צפיפות נמוכה יותר וערים שנעים יותר להתגורר בהן. עם זאת, מהניתוח עולה גם שבמתכונתה הנוכחית, ועם המיקוד בשירותי הסעות ותחבורה זעירה, לא רק שתרומתה של התחבורה השיתופית להתמודדות עם שינויי האקלים זניחה במקרה הטוב, אלא שלעיתים קרובות היא אף גורמת לתופעות לא רצויות, כמו עלייה בפליטות של גזי חממה והפחתה של מספר האנשים הבוחרים לצעוד ממקום למקום או להתנייד באופניים רגילים. שאלה מרכזית נוגעת אפוא לבחירה בצעדי מדיניות היכולים לסייע לממש את הפוטנציאל הגלום בתחבורה שיתופית חכמה.

המלצות המדיניות המרכזיות בנייר זה מונעות מההבחנה שתפוסה היא הגורם העיקרי ההופך תחבורה שיתופית ליעילה מבחינת צמצום פליטות הפחמן בתחום התחבורה. לדוגמה, אפשר לעודד שימוש במוניות ובמיניבוסים בתפוסה גבוהה יותר.

← **יצירת תחנות עגינה ומקומות חניה לכלי רכב שיתופיים במיקומים מרכזיים:** צעד מדיניות ראשון יכול להיות שמירת שטחים לשימוש התחבורה השיתופית, לדוגמה בתור תחנות עגינה או מקומות חניה יעודיים (להוציא שירותי הסעות ומוניות) במקומות אטרקטיביים, כגון בנייני משרדים, מוסדות תרבות ואצטדיוני כדורגל.

← **איסור על הכנסת כלי רכב למרכזי ערים:** גישה קיצונית יותר יכולה לאסור על הכנסת מכוניות פרטיות למרכזים עירוניים. את הגישה הזאת מצדיקה ההבנה שהשימוש במכונית פרטית הוא "הטרגדיה של נחלת הכלל" (Tragedy of the Commons), כלומר, הרווח של האדם הפרטי – הנוחות שבהימצאות אמצעי תחבורה פרטי זמין תמיד – מזיק לאיכות החיים של כל היתר (שימוש במרחב הציבורי, צפיפות, זיהום אוויר, שינויי אקלים, דלדול משאבים וכו'). למעשה, היתרונות לנהגים ולנהגות שיתבטלו עם צמצום השימוש ברכב פרטי, יתקדזו בחלקם, במיוחד לנוכח יצירת התיידדות קלה יותר באמצעים אחרים והפחתת הצפיפות בכבישים, מה שיקל על המתח הכרוך

בנסיעה ועשוי לצמצם את הזמן שהיא אורכת. כמו כן, צמצום מספר מקומות החניה יתרום אף הוא להקצאה הוגנת יותר של המרחב הציבורי.²⁶ במבט על חלוקת המרחב, המקום שתופסים כלי רכב שאינם זזים בעייתי הרבה יותר מהשימוש של מכוניות נוסעות ברחובות. תחבורה שיתופית משפרת את המצב הזה בכך שהיא מפחיתה את מספר כלי הרכב ומעלה את תדירות השימוש בהם.

← **יצירת תמריצים לחברות תחבורה שיתופית:**

המלצה נוספת היא שהשלטון המקומי יזום התקשרויות עם ספקי תחבורה שיתופית ויציע רגולציה מקלה, היכולה אף להיות תמריץ לשיתוף מידע ולניהול תחבורה עירוני מהימן.²⁷ רגולציה תומכת יכולה, למשל, לאפשר חניה בחינם לכלי רכב שיתופיים, במיוחד באזורים שאין בהם תחבורה ציבורית מספיקה, וכך תעלה הסבירות שיהיה אפשר לפתח שירותים משלימים ולא חלופיים לשימוש בתחבורה ציבורית.

המלצות המדיניות המרכזיות בנייר זה מונעות מההבחנה שתפוסה היא הגורם העיקרי ההופך תחבורה שיתופית ליעילה מבחינת צמצום פליטות הפחמן בסקטור התחבורה.

← **יצירת נהלי דיווח מסודרים עבור חברות**

תחבורה שיתופית: יתרה מזו, יש לייצר נוהלי דיווח בקרב ספקים של שירותי תחבורה שיתופית, במיוחד בכל הנוגע לנתונים סביבתיים ולמידע על טביעת הרגל הפחמנית. מדידת כלל פליטות גזי החממה של אמצעי התחבורה השיתופית לא רק תספק שקיפות, אלא גם תתרום לשינוי דפוס החשיבה של חברות התחבורה השיתופית, ויש לקוות שהן ישקלו הזדמנויות ואפשרויות שיסייעו בהפיכת השירותים שהן מציעות ליעילים יותר. היבט מכריע שיש לדווח עליו הוא אורך "חיי המדף" של אמצעי התחבורה השיתופיים, העשוי להשתפר בעזרת נהלים פנימיים של החברות, ככל הנראה, גם בלי להעלות את העלויות. מערכת המשפט וערירות אף יכולות להתנות מתן רישיון בדיווחים ובעמידה באמות מידה מינימליות של טביעת רגל פחמנית.

← קידום הבנה של "התמונה הגדולה": המלצת

המדיניות האחרונה נוגעת להיעדר התמריץ מבחינת ספקי שירותי תחבורה שיתופית להתחשב בצמצום בפועל של פליטות גזי חממה כחלק מהתוכניות העסקיות שלהם. הצעד הראשון בכיוון הזה הוא להטמיע בקרב הגורמים הרלוונטיים את ההבנה שתחבורה שיתופית יכולה וצריכה להוות נדבך מרכזי באסטרטגיה מקיפה שתפקידה לסייע בצמצום פליטת גזי החממה בסקטור התחבורה, ובקידום המעבר לכלכלה מאופסת פליטות.

מוכוונות כזאת תעודד קביעת נוהלי מדיניות, כגון תמחור של עלויות הפחמן השונות, והצמדת תג מחיר לא רק לפליטות פחמן שיוצר השימוש באמצעי תחבורה מסורתיים וחדשניים כאחד, אלא גם לזיהום שנגרם בתהליך הייצור שלהם. תפיסה כזאת תחלחל אל ספקי שירותי התחבורה השיתופית, ותעודד אותם לעמוד ביעדים ולפעול להפחתת פליטת גזי החממה בתחום התחבורה ולקידום המאבק בשינויי האקלים.

הפניות

¹ Israel Ministry of Foreign Affairs, n.d. Smart Mobility 2019. <https://mfa.gov.il/MFA/InnovativeIsrael/Conferences/Pages/Smart-Mobility-2019.aspx> (accessed 11.23.20).

² Creutzig, F., Franzen, M., Moeckel, R., Heinrichs, D., Nagel, K., Nieland, S., Weisz, H., 2019. Leveraging Digitalization for Sustainability in Urban Transport. Glob. Sustain. <https://www.cambridge.org/core/journals/global-sustainability/article/leveraging-digitalization-for-sustainability-in-urban-transport/9322C52E379793B7C4A41682EC99DB6A>.

³ Noy, K., Givoni, M., 2018. Is 'Smart Mobility' Sustainable? Examining the Views and Beliefs of Transport's Technological Entrepreneurs. Sustainability 10, 422. <https://doi.org/10.3390/su10020422>.

⁴ Ibid.

⁵ Creutzig, F., 2020. Leveraging the Benefits of Smart Mobility via an Integrated Data Platform. Policy Paper Series "Decarbonization Strategies in Germany and Israel". Potsdam/Tel Aviv: Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS), Israel Public Policy Institute (IPPI), Heinrich-Böll-Stiftung Tel Aviv.

⁶ Shaheen, S., Cohen, A., 2019. Shared ride services in North America: definitions, impacts, and the future of pooling. Transp. Rev. 39, 427-442. <https://doi.org/10.1080/01441647.2018.1497728>.

⁷ Mi, Z., Coffman, D.M., 2019. The sharing economy promotes sustainable societies. Nat. Commun. 10, 5-7. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-09260-4>.

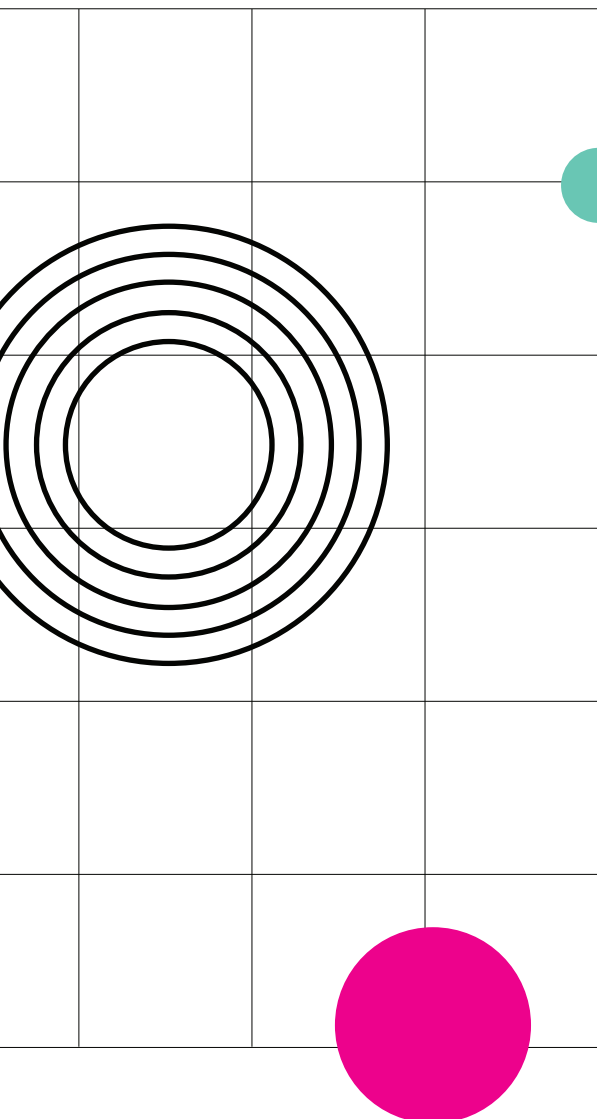
⁸ International Transport Forum, 2020. Good to Go? Assessing the Environmental Performance of New Mobility. <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/environmental-performance-new-mobility.pdf>.

- ⁹ Data source: International Transport Forum, 2020.
- ¹⁰ Schäfer, A.W., Yeh, S., 2020. A holistic analysis of passenger travel energy and greenhouse gas intensities. *Nat. Sustain.* 3, 459-462. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-0514-9>.
- ¹¹ Henao, A., Marshall, W.E., 2019. The impact of ride-hailing on vehicle miles traveled. *Transportation* 46, 2173-2194. <https://doi.org/10.1007/s11116-018-9923-2>;
Henao, A., Marshall, W.E., Janson, B.N., 2019. Impacts of Ridesourcing on VMT, Parking Demand, Transportation Equity, and Travel Behavior. Mountain Plains Consortium.
- ¹² Data source: International Transport Forum, 2020.
- ¹³ Socolow, R.H., 1976. Failures of discourse. *Bull. Am. Acad. Arts Sci.* 11-32.
- ¹⁴ Sui, Y., Zhang, H., Song, X., Shao, F., Yu, X., Shibasaki, R., Sun, R., Yuan, M., Wang, C., Li, S., Li, Y., 2019. GPS data in urban online ride-hailing: A comparative analysis on fuel consumption and emissions. *J. Clean. Prod.* 227, 495–505. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.159>.
- ¹⁵ International Transport Forum, 2020.
- ¹⁶ Ibid.
- ¹⁷ Cervero, R., Tsai, Y., 2004. City CarShare in San Francisco, California: second-year travel demand and car ownership impacts. *Transp. Res. Rec.* 1887, 117-127.
- ¹⁸ Amatuni, L., Ottelin, J., Steubing, B., Mogollon, J., 2020. Does car sharing reduce greenhouse gas emissions? Assessing the modal shift and lifetime shift rebound effects from a life cycle perspective. *J. Clean. Prod.* 121869.
- ¹⁹ Zhang, Y., Mi, Z., 2018. Environmental benefits of bike sharing: A big data-based analysis. *Appl. Energy* 220, 296-301. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.03.101>.
- ²⁰ Suatmadi, A.Y., Creutzig, F., Otto, I.M., 2019. On-demand motorcycle taxis improve mobility, not sustainability. *Case Stud. Transp. Policy* 7, 218-229.
- ²¹ Data source: International Transport Forum, 2020.
- ²² ATKearney, 2019. The demystification of car sharing. <https://www.de. Kearney.com/documents/1117166/0/Car+Sharing.pdf/3bff4a9a-1279-b26f-3b23-8183f14979ce?t=1565336041050>.
- ²³ Ibid.
- ²⁴ For Germany but also California, see Cervero and Tsai, 2004.
- ²⁵ International Transport Forum, 2017. Shared Mobility Simulations for Helsinki. <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/shared-mobility-simulations-helsinki.pdf>.
- ²⁶ Creutzig, F., Javaid, A., Soomaroo, Z., Lohrey, S., Milojevic-Dupont, N., Ramakrishnan, A., Sethi, M., Liu, L., Niamir, L., Bren d'Amour, C., 2020. Fair street space allocation: ethical principles and empirical insights. *Transp. Rev.* 1-23.
- ²⁷ For further information, see Creutzig, 2020.

אודות המחבר

ד"ר פליקס קרויצג הוא ראש קבוצת המחקר שימושי קרקע, תשתיות ותחבורה באוניברסיטה הטכנית בברלין, ראש תחום כלכלה בת-קיימא במכון המחקר מרקטור למחקרי אקלים, ועמית מחקר במכון הישראלי למדיניות ציבורית.

לפליקס תואר ד"ר בתחום ה-Computational Neuroscience מאוניברסיטת הומבולדט שבברלין. הוא היה עמית מחקר באוניברסיטת ברקלי, קליפורניה, שם הוא חקר את צמצום שינויי האקלים בתחום התחבורה, וחוקר אורח בקרן האנרגיה הסינית, שם הוא ניתח את ההשפעות של אגרת מרכז העיר בבייג'ינג. כמו כן, פליקס היה אחד מהמחברים המובילים של הערכת האנרגיה העולמית ושל דו"ח המחקר וההערכה החמישי והשישי של הפאנל הבין-ממשלתי לשינויי אקלים (IPCC).



המכון הישראלי למדיניות ציבורית

office.israel@ippi.org.il ←

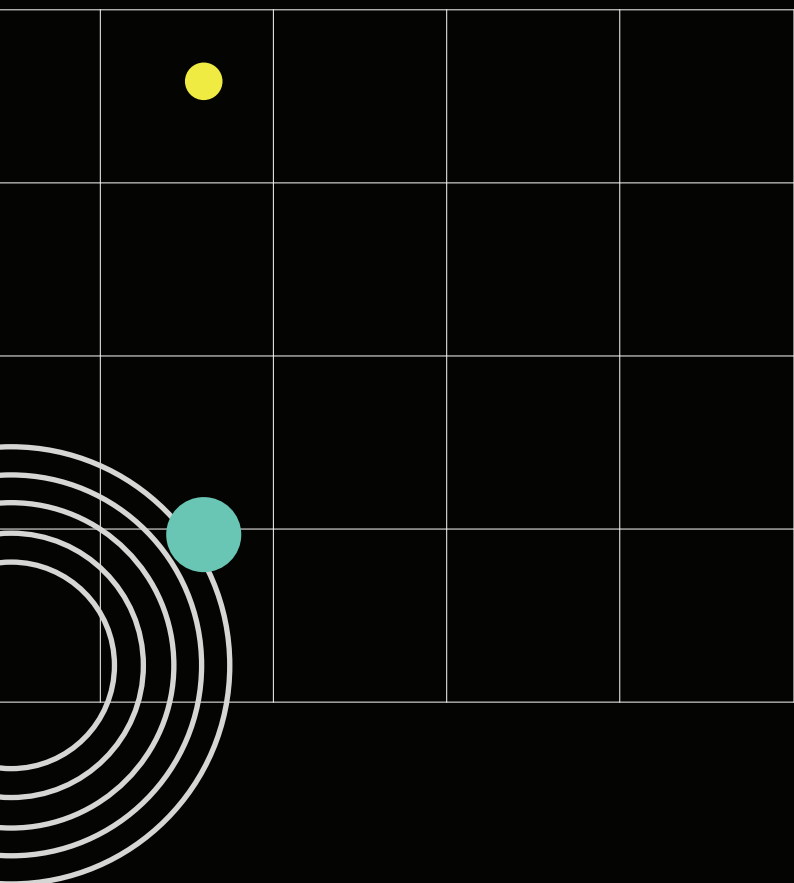
www.ippi.org.il ←

קרן היינריך בל תל אביב

info@il.boell.org ←

www.il.boell.org ←

תאריך פרסום: פברואר 2021



סוג רישיון: CC BY-NC-ND 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

הדעות המובעות במחקר מדיניות זה הן של הכותבים בלבד ואינן משקפות בהכרח את העמדות של המכון הישראלי למדיניות ציבורית ו/או של קרן היינריך בל תל אביב

עיצוב: www.tinker.co.il

כריכה: www.danielgoldfarbart.com



Israel
Public Policy
Institute

HEINRICH BÖLL STIFTUNG
TEL AVIV

