



משרד האוצר

# כניסת רכבים חשמליים לישראל – תועלות ואתגרים

משרד האוצר



## תקציר מנהלים

- כניסת הרכב החשמלי לשוקי הרכב העולמיים בהיקפים ניכרים מהווה התקדמות טכנולוגית בעלת חשיבות רבה. ביחס לרכבי הבנזין, רכבים חשמליים הינם שקטים יותר ומזהמים פחות, באופן אשר יכול לתרום למאמצים הגלובאליים לבלימת התחממות כדור הארץ. לכן, ישנה חשיבות רבה בגיבוש מדיניות אשר תדאג להסיר חסמים לכניסתם, כך שעם הזמן יוכלו להחליף את רכבי הבנזין.
- הרכבים החשמליים נכנסים לישראל בקצב מהיר מהצפוי: בשנת 2022 שיעור הרכבים החשמליים מתוך כלל הרכבים המיובאים היה 19.7% (כולל פלאג אין), בדומה לממוצע באירופה וגבוה בהרבה מהיעדים שנקבעו לאותה שנה. רכבים חשמליים זוכים למספר הטבות מס משמעותיות כיום באמצעות הנחות במס הקנייה ובאגרת הרישוי השנתית. בנוסף, הם אינם משלמים מס בלו לאור העובדה כי אינם צורכים בנזין או סולר.
- בהשוואה בינלאומית, היקפי ההטבות לרכב חשמלי בישראל לאורך חיי הרכב גבוהות כיום משמעותית מהממוצע באיחוד האירופי.
- השימוש ברכב חשמלי הינו עדיף על פני שימוש ברכב בנזין מכיוון שהוא פולט פחות גזי חממה, גורם לפחות זיהום אוויר ומשמיע פחות רעש. עם זאת, כימות תועלות אלה מעלה שמשקלן הכולל הינו 2.6 ש"ח לכל 100 ק"מ נסועה, כך שערכן הכולל נמוך מסך ההטבות מהן נהנים כיום רכבים חשמליים לאורך חייהם. במקביל, בכל הנוגע ליצירת גודש בכבישים ומעורבות בתאונות דרכים, לרכב חשמלי אין יתרון על פני רכב בנזין. העלויות החיצוניות הנובעות מהיבטים אלה עומדות על כ-55.6 ש"ח לכל 100 ק"מ נסועה.
- עלות הנסיעה ברכב חשמלי זולה בכ-75%-80% לעומת נסיעה ברכבי בנזין. בהעדר כל מיסוי על ק"מ הנסיעה השולי (כפי שקיים לגבי רכבי בנזין בדמות מס הבלו), הספרות המחקרית מצביעה על כך שהיקף השימוש ברכבים חשמליים יהיה גבוה יותר מאשר ברכבי בנזין, באופן שיגדיל את הגודש בכבישים.
- לפי הערכות שמרניות, בהנחה שהמיסוי על רכב חשמלי לא ישתנה, הנסועה ברכב חשמלי ממוצע עשויה להיות גדולה בכ-15% מאשר ברכב בנזין, דבר שיביא להחרפה במצב הגודש בכבישים בתוך מספר שנים. תופעה זו צפויה להיות בעייתית במיוחד בישראל נוכח העובדה שכבר היום הגודש בכבישים בישראל הוא גבוה מאוד בהשוואה בינלאומית; כך למשל, לפי מדד TOMTOM הבינלאומי, הגודש בכבישי מטרופולין ת"א חמור יותר מאשר בכמעט כל ערי אירופה.
- בהתאם לזאת, מוצע לקבוע מס נסועה שיחול על רכבים חשמליים וייקבע בהתאם לכמות הנסועה השנתית של הרכב, בדומה למס הבלו אותו משלמים רכבי בנזין. מס הנסועה ייקבע על בסיס גובה מס הבלו הקיים בהתייחס לרכבי בנזין חדשים ויעילים (המשלמים בפועל מס נמוך יותר מהרכב הממוצע לכל ק"מ נסיעה, לאור צריכת הדלק היעילה שלהם), תוך הנחה שתבטא את היתרונות הסביבתיים של הרכבים החשמליים. לפיכך, מיסוי הנסועה לגבי רכבים חשמליים יהיה נמוך יותר מזה המוטל כיום על רכבי בנזין, אך יביא לפחות לשיקוף חלקי של העלויות החיצוניות הנגרמות על ידם.

- לצד זאת, יש להיערך לקביעת מיסוי חכם שישקף באופן מדויק יותר את העלויות החיצוניות הנובעות מהשימוש ברכב בהתאם לפרמטרים שונים כמו מיקום הנסיעה ושעת הנסיעה.
- אתגר מרכזי נוסף לכניסת הרכבים החשמליים הוא הכנת תשתיות אנרגיה מתאימות. על מנת לאפשר את כניסת הרכבים החשמליים, יש לתת מענה להיבטי ייצור החשמל, רשת החלוקה, עמדות טעינה בבתים משותפים ועמדות טעינה ציבוריות.

## הקדמה

כניסת הרכב החשמלי לשוקי הרכב העולמיים בהיקפים ניכרים מהווה התקדמות טכנולוגית בעלת חשיבות רבה. ביחס לרכבים המונעים באמצעות מנוע בעירה פנימית (להלן - רכבי בנזין), רכבים חשמליים הינם שקטים יותר ומזהמים פחות, באופן אשר יכול לתרום למאמצים הגלובאליים לבלימת התחממות כדור הארץ. לכן, ישנה חשיבות רבה בגיבוש מדיניות אשר תדאג להסיר חסמים לכניסתם, כך שעם הזמן יוכלו להחליף את רכבי הבנזין.

לצד זאת, בהיבטים רבים רכבים חשמליים זהים לחלוטין לרכבי בנזין כך שהשימוש בהם צפוי לגרום לאותם קשיים אשר מעורר השימוש ברכב פרטי, ובראשן בעיות הגודש בכבישים ותאונות הדרכים. בהקשר זה יש להזכיר כי אחד מיתרונותיו של הרכב החשמלי הוא עלויות אנרגיה (חשמל) נמוכות. החיסכון לבעל הרכב יוצר ברמה המצרפית בעיה משמעותית שכן קיים חשש כי עלות השימוש הנמוכה תביא להסתמכות רבה יותר על רכב פרטי, על כל המשתמע מכך. זאת, באופן שאיננו עולה בקנה אחד עם המדיניות הממשלתית הפועלת לפיתוח התחבורה הציבורית ועידוד השימוש בה וכן עידוד השימוש בנסיעות שיתופיות.

נכון להיום רכבים חשמליים נהנים ממדיניות מיסוי מטיבה מאוד המתבטאת במס קנייה מופחת והנחה באגרת הרישוי השנתית. מלבד זאת, לאור העובדה שהם אינם צורכים דלק, רכבים חשמליים אינם משלמים מס בלו. לפי האומדנים שיפורטו בהמשך, הטבות אלו מצטברות לכדי עשרות אלפי ש"ח לאורך חיי הרכב. כל עוד שוק הרכב החשמלי היה בחיתוליו, ההצדקה למכלול הטבות הייתה הרצון לספק הגנות לשוק העושה את צעדיו ראשונים, כאשר השפעות המאקרו של הטבות אלו היו זניחות. עם הגידול בהיקפי החזירה של הרכב החשמלי יש לגבש מדיניות מאוזנת, אשר מצד אחד תמשיך לפעול להסרת חסמים רגולטוריים ותשתיתיים לחזירת רכבים חשמליים ותיתן ביטוי הולם לתועלות הסביבתיות הגלומות בהם, אך מצד שני תימנע מליצור תמריצים להגדלת היקף ההסתמכות על הרכב הפרטי באופן הנוגד את האסטרטגיה הממשלתית להגברת השימוש בתחבורה ציבורית.<sup>1</sup>

מסמך זה יורכב מחמישה פרקים. בפרק 1 יוצגו נתונים עדכניים לגבי מכירות רכבים חשמליים בישראל עד כה, השוואה לשיעור החזירה במדינות שונות בעולם ותרחישי חזירה לשנים הבאות. כמו כן, תוצג בו סקירה מקיפה של מדיניות מיסוי הרכב בארץ כיום וההטבות הניתנות לרכבים חשמליים יחד עם השוואה בינלאומית. בפרק 2 נדון בהצדקה התיאורטית להטלת מיסוי מיוחד על תחום הרכב הפרטי – העלויות החיצוניות הנגרמות על ידו. בחלק השני של הפרק נפרט את התועלות העיקריות של הרכב החשמלי לעומת רכבי בנזין לצד ההיבטים בהם העלויות החיצוניות דומות בשני סוגים הרכבים. פרק 3 יציג את האתגרים המשקיים הנובעים מכניסת הרכב החשמלי, ופרק 4 יסכם ויציג המלצות מדיניות הנוגעות להיבטי המיסוי. בפרק 5 נציג את האתגרים הנוגעים לתשתית החשמל והצעות להתמודדות עימם.

<sup>1</sup> פיתוח התחבורה הציבורית, תכנית אסטרטגית, משרד התחבורה, 2012; פיתוח התחבורה הציבורית, תכנית אסטרטגית לפיתוח מערכת תחבורה ציבורית עתירת נוסעים במטרופולין גוש דן, דו"ח מסכם, משרד התחבורה, 2016.

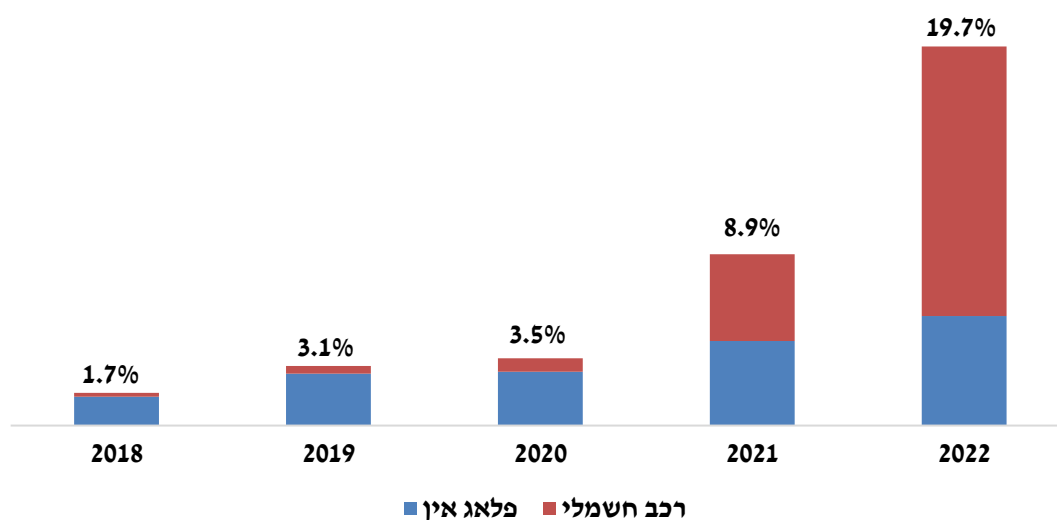
## פרק 1: רקע על שוק הרכב החשמלי

### 1. חדירת רכבים חשמליים לישראל – תמונת מצב ותרחישים לעשור הקרוב

בשנים האחרונות הולך ומתגבר יבוא כלי רכב חשמליים לישראל. כפי שניתן לראות בתרשים 1, בשנת 2022 עמד שיעור הרכבים החשמליים מתוך סך יבוא רכבי נוסעים לישראל על כ-14%, ובנוסף עוד כ-5.7% אחוז רכבי פלאג-אין. נתון זה גבוה בהרבה מיעד החדירה לשנת 2022 - 5% רכבים חשמליים ורכבי פלאג-אין מתוך הרכבים החדשים, שאותו קבע משרד האנרגיה במטרה להגיע לשיעור חדירה של 100% בשנת 2030<sup>2</sup>. בהשוואה בינלאומית, מדינת ישראל דומה לממוצע הקיים במדינות האיחוד האירופי כפי שמוצג בתרשים 2.

תרשים 3 מציג מספר תרחישי חדירה של רכבים פרטיים חשמליים עד לשנת 2040. התרחיש המהיר מציג את יעדי משק האנרגיה לשנת 2030 לפי יעדי משרד האנרגיה, ולפיו שיעור החדירה יגיע ל 100% בשנת 2030. בתרחיש האיטי שיעור החדירה צפוי להגיע ל-100% בשנת 2040. החלק הנוסף בתרשים מציג לשם השוואה את תחזית בלומברג לשיעור החדירה העולמי של רכבים חשמליים<sup>3</sup>.

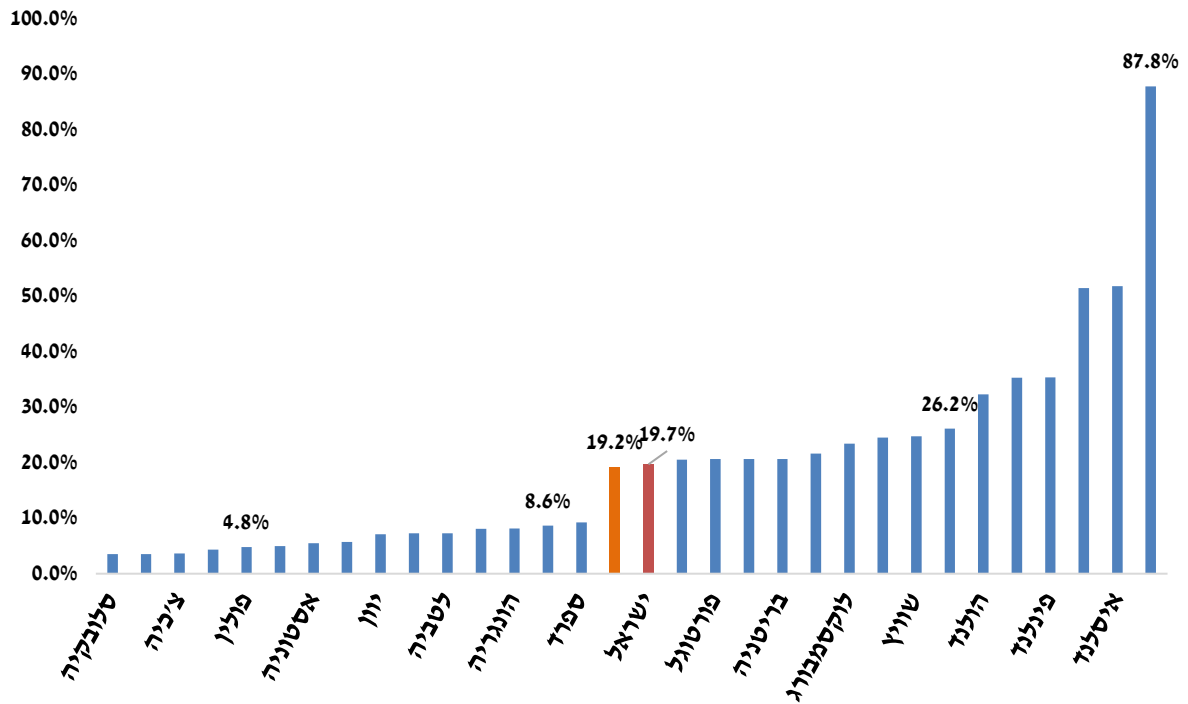
תרשים 1: שיעור היבוא של רכבים חשמליים מתוך כלל הרכבים



מקור: רשות המיסים.

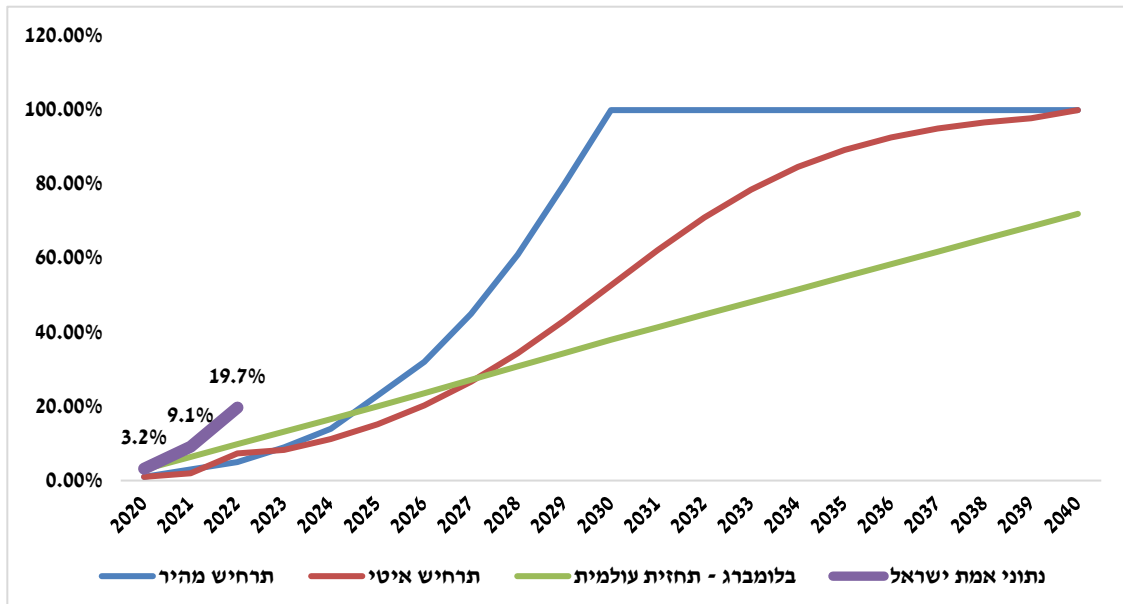
<sup>2</sup> יעדי משק האנרגיה לשנת 2030 - מסמך מדיניות, משרד האנרגיה מרץ 2019. [https://www.gov.il/BlobFolder/rfp/target2030/he/energy\\_2030\\_final.pdf](https://www.gov.il/BlobFolder/rfp/target2030/he/energy_2030_final.pdf)  
<sup>3</sup> במסמך מצויין כי היעדים כוללים רכבי פלאג-אין עד לשנת 2025. Electric Vehicle Outlook 2022 - BLOOMBERG NEF<sup>3</sup>

**תרשים 2: השוואה בינלאומית של שיעור היבוא של רכבים חשמליים (כולל פלאג-אין) בשנת 2022**



מקור: European Automobile Manufacturers Association. הנתונים על מדינות אירופה מתייחסים לרבעונים הראשון עד השלישי של שנת 2022 ואילו הנתונים על ישראל מתייחסים לכל שנת 2022.

**תרשים 3: תרחישי חדירה של רכבים חשמליים עד שנת 2040**



מקור: תרחיש מהיר – יעדי משק האנרגיה לשנת 2030 - מסמך מדיניות, 2019. תרחיש איטי – עיבודי משרד האוצר. תחזית בלומברג - Electric Vehicle Outlook 2022 - BLOOMBERG NEF.

## 2. מיסוי ואגרות רכב בישראל

מלבד היבטי רגולציה ותשתיות, אחד התחומים המרכזיים בהם מתבטאת המדיניות הממשלתית בנוגע לרכבים הוא תחום המיסוי. בישראל מוטלים כיום בתחום כלי הרכב הקלים סוגים שונים של מסים ואגרות:

מס קנייה: מס המוטל בעת יבוא רכבים לישראל. עבור רכבי מנוע בעירה פנימית (להלן – רכבי בנזין) – המס הבסיסי עומד על 83% מערך היבוא, ועליו ניתנים זיכויי מס בהתאם להיקף פליטות זיהום האוויר וגזי החממה של הרכב ("ציון ירוק" – ככל שרכב מזהם פחות כך הוא מקבל הטבה גדולה יותר) ורמת האבזור הבטיחותי. רכב בנזין בעל ציון ירוק ורמת אבזור מקסימליים משלם מס קנייה בגובה של בין כ- 50% ל-60%. בחודשים הראשונים של שנת 2021 (הנתונים העדכניים ביותר שפורסמו), עמד סכום מס הקניה הממוצע לרכב על כ-41,000 ₪, המשקף מס אפקטיבי של כ-4.69%<sup>4</sup>.

רכבים חשמליים זוכים היום להטבה משמעותית במס הקנייה. לפי המתווה הנוכחי המצורף בלוח 1, מס הקנייה על רכבים חשמליים בשנת 2022 היה 10%, עלה ל-20% בתחילת שנת 2023 ולאחר מכן בשנת 2024 הוא מתוכנן לעמוד על 35%. כמו כן, תקרת ההטבה בשנת 2023 עומדת על 60 אלף ש"ח. חשוב לציין כי במידה ורוכש הרכב מגיע לתקרת ההטבה המקסימלית הוא משלם על יתרת השווי של הרכב 50% מס קנייה בהתאם לרפורמת מיסוי ירוק (לעומת שיעור המס הבסיסי העומד על 83% כפי שהוסבר בפסקה הקודמת).

בנוסף, על כל כלי הרכב, לרבות היברידיים וחשמליים, שמחירם לצרכן עולה על 300,000 ש"ח מוטלת תוספת מס קנייה (מס יוקרה), בשיעור של 20% כפול ערך הרכב העולה על 300,000 ש"ח כאחוז מסך ערך הרכב.

חישוב גובה ההטבה במס קנייה במונחים אבסולוטיים הינו מורכב, שכן ככלל ערך היבוא של רכבים חשמליים גבוה יותר כיום משל רכבי בנזין באותה קטגוריית רכב; בנוסף, סביר כי לפחות חלק מרוכשי הרכבים מוכנים לשלם סכום גבוה יותר עבור רכב חשמלי, לאור החיסכון הצפוי בעלויות התפעול. לשם ההמחשה והשוואה, נציג שתי דוגמאות: הראשונה, בין רכב חשמלי ובנזין באותו מחיר לצרכן (160,000 ₪); השנייה, בין רכב חשמלי אשר מחירו הסופי לצרכן 180,000 ₪, לבין רכב בנזין שמחירו 160,000 ₪.

בהשוואה הראשונה (רכב חשמלי ורכב בנזין באותו מחיר לצרכן), מקבלים שמס הקניה על רכב בנזין יהיה בשנת 2023 כ-42,500 ₪, בעוד מס הקניה על הרכב החשמלי – כ-18,000 ₪; מכאן שבמקרה זה מתקיימת הטבה בפועל לרכב החשמלי של כ-24,500 ₪. גם בדוגמה השנייה, בה אנו מניחים נכונות של הפרט לשלם סכום גבוה יותר עבור רכב חשמלי – מתקיים פער גדול מאוד במיסוי בפועל של שני הרכבים: מיסוי של כ-42,500 ₪ ברכב הבנזין (כמו בדוגמה הראשונה), ושל כ-20,000 ₪ של הרכב החשמלי – פער של 22,500 ₪. מטעמי שמרנות, בהמשך המסמך נתייחס לערכים אלו (הדוגמה השנייה) – בהנחה שהיקף השימוש ברכב הוא כ-16,000 ק"מ בשנה והמס מתפרש לאורך 14 שנות חיי הרכב בריבית היוון של 3%, מתקבל בדוגמה זו כי רכב בנזין משלם כ-0.235 ₪ לכל ק"מ בעוד רכב חשמלי משלם כ-0.113 ₪ לכל ק"מ.

<sup>4</sup> "מיסוי ונתונים נבחרים על ענף הרכב, 2019-2020" (2021), רשות המיסים. [https://www.gov.il/BlobFolder/reports/tax-reviewvehicle/he/Publications\\_VehicleReview\\_vehicle2019\\_2020.pdf](https://www.gov.il/BlobFolder/reports/tax-reviewvehicle/he/Publications_VehicleReview_vehicle2019_2020.pdf)

לוח 1: מתווה מס קנייה לרכבים חשמליים ולרכבי פלאג אין

2024	2023	2022	2021	2020		
מיסוי רגיל	55%	40%	30%	25%	שיעור מס קנייה	פלאג אין
-	30	40	45	60	תקרת הטבת המס (אלפי ש"ח)	
35%	20%	10%	10%	10%	שיעור מס קנייה	חשמלי
50	60	75	75	75	תקרת הטבת המס (אלפי ש"ח)	

מכס: מכס בשיעור 7% מוטל על ערך היבוא של כלי רכב שמשקלם עד 4.5 טון, המיובאים ממדינות מקור שלישראל אין הסכם סחר עימן.

אגרת רישוי: אגרת הרישוי נגבית אחת לשנה. גובהה נקבע בהתאם לקבוצת המחיר של הרכב ולשנת הייצור שלו. בשנת 2022, אגרת הרישוי השנתית היא בטווח שבין 4,643-735 ש"ח, כתלות במחיר הרכב ושנת הייצור שלו<sup>5</sup>. אם נבחן את האגרה שמשלם רכב בקבוצת מחיר 4 (קבוצת המחיר האמצעית – מחיר לצרכן כיום של בין 151,000 ל-170,000 ₪), הרי שעל פני 14 שנים, ולפי שער היוון של 3%, מתקבלת אגרה ממוצעת של כ-1,590 ₪ לשנה. בהתאם להנחה של 16,000 ק"מ נסועה בשנה – מתקבל לפיכך מס בגובה של כ-0.1 ₪ לק"מ.

כיום, הרכב החשמלי זוכה להטבה גם בגובה אגרת הרישוי והיא עומדת על 540 ש"ח בלבד (כולל מרכיב אגרת רדיו), כך שהרכב החשמלי משלם כ-0.035 ש"ח לק"מ. מדובר לפיכך בהטבה של כ-1,050 ₪ לשנה, או כ-0.065 ₪ לק"מ.

מס בלו: מס זה מוטל על הדלק הנצרך ברכב שעומד על כ-3.3 ש"ח לליטר בנזין (ללא ההנחות הזמניות שניתנו עקב משבר האנרגיה העולמי). מבחינת הצרכן, גובה המס תלוי ביעילות צריכת הדלק של הרכב. מכיוון שמסמך זה מתמקד בנושא הרכב החשמלי, נתייחס ליעילות צריכת דלק של רכבים חדשים (המתחרים בפועל מול הרכבים החשמליים), ונניח לשם ההמחשה צריכת דלק של 17 ק"מ לליטר - דומה לחציון צריכת הדלק המדווחת לפי מבחני WLTP של כלל רכבי הבנזין (לרבות היברידי רגיל) בשנות הייצור 2021-2023. רכב כזה, הנוסע 16,000 ק"מ בשנה, צורך כ-940 ליטר בנזין ולפיכך משלם כ-3,100 ₪ בלו בשנה. במונחי עלות לנסיעה – המשמעות היא מס של כ-0.19 ש"ח לק"מ. בשונה ממס הקנייה ואגרת הרישוי השנתית, מס זה רלוונטי להחלטות לגבי השימוש השוטף ברכב שכן הוא נגזר באופן ישיר מהיקף הנסועה בפועל.

רכבים חשמליים נהנים כיום מיתרון משמעותי בהקשר זה שכן הם אינם נדרשים לשלם מס בלו או כל מס שימוש אחר על האנרגיה הנצרכת על ידם באופן ישיר. קיים אמנם בלו על הגז הטבעי והפחם המשמשים לייצור החשמל, ואולם הבלו על הגז הטבעי נמוך ביותר כיום (כ-19 ₪ לטון, השקול לסדר גודל של כ-0.003 ₪ לקוט"ש מיוצר בגז טבעי) והשפעתו על מחיר החשמל זניחה, והייצור בפחם צפוי להיפסק

<https://www.gov.il/BlobFolder/policy/vehicle-toll-board/he/1-7-2022.pdf><sup>5</sup>



בשנים הקרובות; ממילא גם הבלו על הפחם איננו גבוה ונכון להיום הופחת ל-1 ₪ לטון לאור משבר האנרגי העולמי (לפני ההפחתה עמד על כ-105 ₪ לטון, השקול לכ-0.04 ₪ לקוט"ש מיוצר בפחם); על כן, ניתן לומר שהלכה למעשה רכבים חשמליים אינם משלמים מס שימוש (סכום מרכיבי הבלו על גז טבעי ופחם שקול לפחות מ-0.002 ₪ לק"מ, אף לפני הפחתת הבלו על הפחם וההפסקה הצפויה לייצור חשמל באמצעותו). הבדל זה בין רכבים חשמליים לרכבי בנזין משמעותי במיוחד שכן נכון להיום מס זה הוא היחיד המתייחס ישירות לשימוש ברכב וכך משפיע בצורה הישירה ביותר על החלטות בנוגע להיקף השימוש בפועל ברכב.

לסיכום, מדיניות המס הנוכחית כלפי הרכב החשמלי מתבטאת בשלושה אפיקי מיסוי מרכזיים – הטבות במס קנייה ובאגרת רישוי, ופטור בפועל ממס בלו. ההפרש בגובה המיסוי הנוכחי הוא 0.38 ש"ח לק"מ נסועה, כאשר לאורך חיי הרכב מדובר על חיסכון של כ-69 אלף ₪<sup>6</sup>. לאור רגישות ההטבה במס קנייה למחיר הרכב (ליתר דיוק – לערך היבוא של הרכב), גובה ההטבה במס הקנייה הינו גבוה יותר כאשר בוחנים רכבים חשמליים בעלי תג מחיר גבוה יותר מזה שנבחר כאן לצורך הדיון (180,000 ₪), וכן אם מניחים כי בפועל אצל חלק מרוכשי המכוניות ההתלבטות היא בין רכבים עם מחיר רכישה דומה (כלומר, ללא ההנחה כי ישנה נכונות לשלם מחיר גבוה יותר עבור רכב חשמלי).

### 3. השוואה בינלאומית של הטבות המס

בדומה למצב בישראל, גם במרבית מדינות אירופה נהנים רכבים חשמליים מהטבות מס שונות לאורך חייהם. בנוסף לכך, במדינות רבות, ניתנים כיום מענקים ישירים לרכישת רכב חשמלי. מכון המחקר האירופי Transport & Environment פרסם לאחרונה (אוקטובר 2022) מחקר השוואתי מקיף בהקשר זה<sup>7</sup>, אשר בחן את סך ההטבות השונות הניתנות לאורך כל חיי הרכב, לרבות מענקי רכישה. כך, המחקר השווה בין סך המיסוי (נטו) על רכבי בנזין ורכבים חשמליים מאותם מקטעי שוק. לצורך בחינת מצבה היחסי של ישראל בהשוואה זו, נוסף להשוואה את הנתון שחושב לעיל עבור ישראל, בהתאמה להגדרות המחקר – 10 שנות חיים ללא היוון, ונסועה שנתית של 15,000 ק"מ לשנה. בתרשים 4 אנו מציגים את סך ההטבה המצטברת (הפער בין מיסוי רכבי הבנזין למיסוי הרכב החשמלי, נטו) על פני 10 שנים עבור רכבים פרטיים ממקטע C (רכבי SUV קומפקטיים), שהינו מקטע פופולרי בישראל ורלוונטי גם לרכבים חשמליים.

ניתן לראות שלמרות שאין בישראל מענקי רכישה ישירים, הרי שסך ההטבות בישראל גבוה משמעותית מהמוצע והחציון האירופאיים. יש לציין כי מכיוון שבישראל אין מענקי רכישה ישירים עבור רכבים חשמליים, וכן מכיוון שהמיסוי בארץ רגיש מאוד למחיר הרכב – ההטבה המחושבת בארץ הייתה גדולה יותר ככל שהיינו מניחים מחיר רכב גבוה יותר, באופן שבסבירות גבוהה היה מעלה את מקומה של ישראל בדירוג המדינות לפי גובה ההטבה (קשר בין מס קניה למחיר הרכב קיים כמובן גם במדינות אחרות, ואולם בישראל רגישות המס למחיר היא גבוהה יחסית).

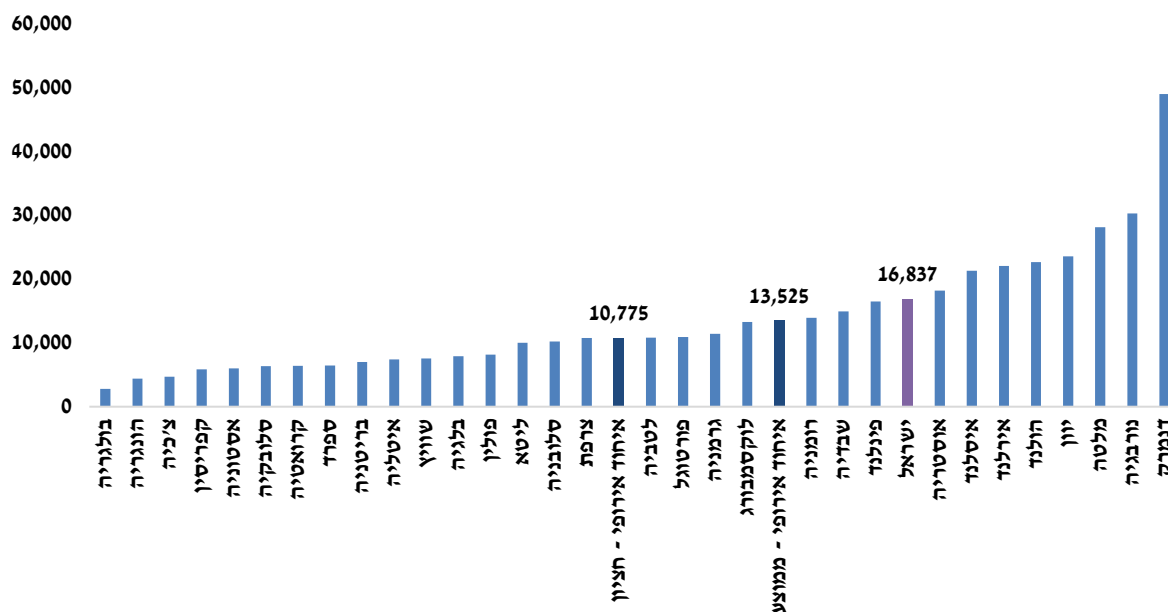
<sup>6</sup> לפי מקדם היוון של 3% ובהנחה שמשך השימוש ברכב הוא 14 שנים.

<sup>7</sup> Transport & Environment. The Good Tax Guide.

<https://www.transportenvironment.org/discover/the-good-tax-guide/>

לצד זאת, יש להזכיר כי באיחוד האירופי מתקיים גם מנגנון נוסף לתימרוץ ייצור ומכירה של רכבים חשמליים (ורכבים מעוטי פליטות גזי חממה באופן כללי יותר) שלא דרך מערכת המס הרגילה, והוא מנגנון תקני הפליטות (CO<sub>2</sub> emission performance standards for cars and vans) – על פיו יצרני רכב נקנסים ככל שממוצע הפליטות מהרכבים הנמכרים על ידם בשנה נתונה עולה על היעדים הקבועים בדירקטיבה.<sup>8</sup>

תרשים 4: סך הטבות לרכב חשמלי לאורך 10 שנות חיים (אירו)



מקור: Transport & Environment – The Good Tax Guide (2022) ועיבודי משרד האוצר.

הנתונים לגבי אירופה מתייחסים לרכב מסוג SUV (C קומפקטי) ולישראל עבור רכב מקבוצת מחיר 4. כולל מענקי רכישה, הטבות במס קניה ובאגרת הרישוי השנתית, והטבה הנובעת מהעדר מיסי דלק (באירופה מיסוי הרכב החשמלי כולל גם מרכיב, קטן בדרך כלל, של מיסוי דרך מחיר החשמל; בישראל נכון להיום מרכיב זה זניח).

## פרק 2: השפעות חיצוניות שליליות של נסיעות ברכב פרטי והתועלת ממעבר לרכב חשמלי

פרט אשר בוחר לנהוג ברכב פרטי עושה זאת מכיוון שיש בכך תועלות עבורו, אשר עולות מבחינתו על העלויות הכרוכות באחזקת הרכב ותפעולו. ואולם, לבחירה בנהיגה ברכב פרטי ישנן השלכות גם על פרטים נוספים – השלכות שאינן נכנסות למערכת השיקולים של הנהג. השפעות אלו מכונות "השפעות חיצוניות"

<sup>8</sup> [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport-emissions/road-transport-reducing-co2-emissions-vehicles/co2-emission-performance-standards-cars-and-vans\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport-emissions/road-transport-reducing-co2-emissions-vehicles/co2-emission-performance-standards-cars-and-vans_en)

(externalities). לנסיעה ברכב פרטי מגוון השפעות חיצוניות, כאשר הערך הכלכלי של חלקן הוא משמעותי ביותר. הבולטות שבהשפעות אלו הן:

- 1) פליטות גזי חממה.
- 2) זיהום אוויר.
- 3) רעש.
- 4) יצירת גודש בכבישים.
- 5) תאונות דרכים.
- 6) תפיסת מקום לצרכי חניה וההשפעה הנגזרת מכך לגבי היבטי תכנון.

על רקע השפעות חיצוניות אלו, מדיניות מס אופטימלית שואפת לשקף לפרט את מכלול העלויות של החלטתו להשתמש ברכב פרטי, כאשר העלויות החיצוניות מגולמות באמצעות המיסוי. אם התועלת שבנסיעה הפרטית גבוהה מהעלות הכוללת שלה (הכוללת את עלות החזקת הרכב ותפעולו, לצד עלות המיסוי המשקף כאמור את העלויות החיצוניות), הפרט יבצע את הנסיעה; אם לאו, הפרט ימנע ממנה, והתוצאה תהיה גידול ברווחה החברתית (שכן התועלת נטו לנהג במקרה זה נמוכה מהעלויות שהוא משית על החברה).

מנגנון מיסוי רכבים אמור לשקף מבחינה אופטימלית את העלות החיצונית שגורם כל ק"מ נסיעה נוסף (עלות שולית) ולא את העלות החיצונית הממוצעת של כלל הרכבים. את ההבחנה בין עלות ממוצעת לשולית ניתן להדגים בצורה ברורה יותר בהתייחס לנושא הגודש: הרכב הראשון על הכביש איננו גורם לשום גודש בעוד הרכב האחרון המתווסף לכביש (במצב בו התנועה היא מעבר לקיבולת הבסיסית) "תורם" רבות לבעיית הגודש, שכן הוא מכביד עוד על כביש עמוס ממילא<sup>9</sup>. חישוב ממוצע ההשפעה של שני הרכבים (הראשון והאחרון) ייתן כמובן ערך ביניים, אלא ששימוש בערך זה כבסיס לקביעת מס ייצור מצב בו הרכב האחרון המצטרף לא מפנים את מלוא ההשפעה השלילית שלו; לכן, ייווצר מצב שבו ימשיכו להתבצע גם נסיעות שעלותן החיצונית גבוהה מהתועלת שבהן.

תנאי הכרחי להבנת התועלת המשקית ממעבר לרכבים חשמליים ולגיבוש מדיניות הולמת היא אומדן וכימות העלויות החיצוניות השוליות של רכבים אלו והשוואתם לרכבי בנזין. השוואה זו תאפשר לכמת את היקפי החיסכון הצפויים בעלויות חיצוניות ממעבר לרכבים חשמליים. ייחוס עלויות כספיות להשפעות חיצוניות שוליות הוא משימה מורכבת, שכן האומדנים תלויים במגוון רחב של משתנים והנחות. עם זאת, ניתן להגיע לאומדנים לגבי סדר הגודל של ההשפעות, ובהתאם לכך לקבוע מיסוי בסדר גודל תואם.

מטרת הפרק היא להשוות בין רכבים חשמליים לרכבי בנזין על מנת להבין מהם היתרונות של הרכבים החשמליים ומה משקלם מתוך כלל העלויות החיצוניות השוליות הנובעות משימוש ברכב פרטי. לצורך כך יפורטו בפרק זה העלויות החיצוניות המרכזיות של שימוש ברכב פרטי וכימותן למונחים של ק"מ נסועה. מכיוון שמסמך זה עוסק בגיבוש מדיניות עד סוף העשור הקרוב – גם בחינת ההשפעות החיצוניות תתמקד בניתוח במבט לעתיד. בנוסף, מכיוון שהתחרות של רכבים חשמליים היא מול רכבים חדשים אחרים,

<sup>9</sup> הנסיעה השולית (או ה"אחרונה") היא הנסיעה אשר צפויה להיות מושפעת ביותר משינוי המדיניות העומד לבחינה, או במילים אחרות – הנסיעה שלגביה מתקיימת ההתלבטות הגדולה ביותר של הנהג האם לבצעה, כך שישנה סבירות גבוהה יחסית שהחלטה לגבי ביצועה תושפע משינוי המדיניות העומד על הפרק.

השוואה תתמקד בהשוואת הרכב החשמל אל מול רכבי בנזין חדשים (ולא מול הרכב הממוצע הנוסע כיום בכבישים).

החישובים שבבסיס הערכים המוצגים בפרק מוצגים במלואם בנספח למסמך זה. באופן כללי, נעשה מאמץ ככל הניתן להתבסס בחישובים על מקורות ונתונים ישראלים רשמיים (פרסומי המשרד להגנת הסביבה, רשות החשמל, משרד התחבורה ועוד); במקומות בהם הנתונים הזמינים בארץ לא היו מספיקים לשם החישוב, האומדנים מתבססים על פרסומים בינלאומיים, ובפרט במידה רבה על דו"ח שפורסם על ידי האיחוד האירופי בשנת 2019 אשר הציג סקירה מקיפה של ההשפעות החיצוניות של כלי רכב<sup>10</sup>.

בהתאם לספרות הקיימת, הרכבים החשמליים מפחיתים את העלויות החיצוניות ביחס לרכבי בנזין בשלושה היבטים מרכזיים – הפחתת פליטות גזי חממה, זיהום אוויר ורעש.

## 1. פליטות גזי חממה

ממשלת ישראל שותפה למאמצים הבינלאומיים להפחתת פליטות גזי חממה, והציבה יעדים בנושא ביחס לשנת 2015 – 27% הפחתה עד שנת 2030, ו-85% הפחתה עד 2050. החלטת הממשלה בנושא (החלטה 171 בנושא "מעבר לכלכלה דלת פחמן") גם הגדירה את תרומתו של סקטור התחבורה לעניין – הגבלת העלייה בפליטות מסקטור התחבורה לגידול של עד 3.3% לעומת סך הפליטות מהסקטור בשנת 2015.

שריפת הדלק הפוסילי בתוך מנוע הבעירה הפנימית כרוכה בפליטת פחמן דו-חמצני (פד"ח) מאגוז הרכב. סך פליטות הפד"ח מרכבי בנזין (בעיקרם רכבים פרטיים) בישראל עמדו בשנת 2019 (השנה האחרונה לגביה פורסמו נתונים מלאים לפני הקורונה) על כ-9.5 מיליון טון והם אחראיים לכ-12% מסך פליטות גזי החממה בישראל<sup>11</sup>.

בהתאם לחישוב המפורט בנספח, ותוך שימוש בעלויות פליטות גזי החממה המומלצות על ידי המשרד להגנת הסביבה – עלות פליטות גזי חממה מרכב בנזין חדש נאמדת בכ-0.026 ₪ לק"מ.

בניגוד לרכב בנזין, בעת שימוש ברכב חשמלי אין כל פליטות גזי חממה מהרכב עצמו, אך מנגד ישנן פליטות גזי חממה מתחנות הכוח הנדרשות לייצור החשמל עבור הרכב. פליטת הפד"ח של רכב חשמלי תלויה בתמהיל הדלקים לייצור החשמל, שכן ייצור חשמל בדלקים שונים כרוך בהיקף שונה של פליטות. כיום, עומד תמהיל הייצור המשקי על כ-70% גז טבעי, 20% פחם, וקרוב ל-10% אנרגיה מתחדשת. בשנים הבאות צפויים שני תהליכים משמעותיים בהקשר זה: ראשית, הפסקת השימוש בפחם לייצור חשמל, ושנית – המשך הגידול בייצור חשמל באנרגיה מתחדשת. כך, היעד הממשלתי ל-2030 הוא ייצור חשמל באנרגיות מתחדשות בהיקף של 30% מכלל הייצור, כאשר כל יתר הייצור יתבצע באמצעות גז טבעי. שינויים אלו צפויים להוביל להפחתת הפליטות הממוצעות מייצור חשמל.

<sup>10</sup> Handbook on the external costs of transport. Version 2019 – 1.1.

<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/9781f65f-8448-11ea-bf12-01aa75ed71a1>

<sup>11</sup> זאת כאשר בישראל (בשונה ממדינות אחרות), השימוש ברכבי דיזל כרכבים פרטיים הוא מצומצם, ולכן הפליטות מרכבי בנזין מהווים את הרוב הגדול של הפליטות מרכבים פרטיים.

אם נתמקד בתמהיל הייצור של 2030, ותוך שימוש בעלויות פליטות גזי החממה המומלצות על ידי המשרד להגנת הסביבה – עלות פליטות גזי חממה לרכב חשמלי נאמדת בכ-0.009 ₪ לק"מ (חישוב מפורט בנספח).

יש לציין כי הניתוח הנ"ל מתייחס רק לפליטות פד"ח הנגרמות רק בשלב השימוש ברכב. לצד פליטות אלו, פליטות אחרות נגרמות בשלב הייצור של הרכב. פליטות אלו אינן זניחות, ונראה שברכבים חשמליים הן גבוהות יותר מאשר ברכבי בנזין, בפרט בשל הפליטות בהן כרוך ייצור הסוללה. כך למשל, במחקר של חברת Volvo<sup>12</sup> הוערכו סך פליטות הפד"ח בשלב הייצור בכ-15.7 טון בגרסת הבנזין של רכב 40C לעומת כ-26.4 טון בגרסה החשמלית. אמנם, לאורך חיי הרכב גם לאחר שקלול הפליטות משלב הייצור מתקיים חיסכון משמעותי בפליטות גזי חממה ברכב החשמלי, אלא שמבחינה אחוזית הפער הכולל הוא רק כ-35% (38.4 טון ברכב החשמל לעומת כ-58.7 טון ברכב הבנזין)<sup>13</sup>; זאת לעומת פער של 73% העולה מניתוח המתמקד רק בשלב השימוש עבור רכב זה (ו-65% עבור רכב 'טיפוסי' בארץ, כפי שהוצג לעיל). יש להדגיש עם זאת כי מדובר בנתונים המתייחסים לסוג רכב ספציפי; מחקרים נוספים אמנם תומכים בטענה כי הפליטות בשלב הייצור של הרכב החשמלי גבוהות יותר מאשר ברכב בנזין, ואולם אומדן הפער הוא שונה עבור רכבים מסוגים שונים ובהתאם להנחות שונות.

השפעת פליטות גזי חממה איננה תלויה במקום הפליטה, כך שמבחינת המאמצים הגלובאליים להפחתת הפליטות אין הבדל בין פליטות בשלב השימוש לבין פליטות בשלב הייצור. עם זאת, מבחינת ההתייחסות הבינלאומית לנושא, נכון להיום רק הפליטות בשלב השימוש מיוחסות למדינה בה הרכב נוסע; כלומר, מכיוון שאין בישראל ייצור של מכוניות, רק הפליטות בשלב השימוש נזקפות לחובת ישראל. מסיבה זו, בהמשך המסמך נמשיך להתמקד בחיסכון בשלב השימוש, על אף כי מבחינה מהותית אין כאמור הבדל בין הפליטות בשלבי החיים השונים. נקודה זו היא רלוונטית במיוחד ככל שמדיניות המס תביא, שלא במתכוון, לגידול במספר הרכבים הנרכשים (ולכן – במספר הרכבים החדשים המיוצרים).

יצוין שבאופן דומה, בעבודה זו לא נתייחס לפליטות גזי חממה עקיפות נוספות, כגון בשלב הפקת הדלק (נפט לרכבי בנזין, או גז טבעי לרכבים חשמליים).

## 2. פליטות מזהמי אוויר

שריפת הדלק בתוך מנוע הבעירה הפנימית כרוכה גם בפליטת מזהמי אוויר מסוגים שונים, הפוגעים בבריאות הסובבים. במהלך השנים השתפרה מאוד הטכנולוגיה בהיבטים שונים הנוגעים לעניין זה (בין היתר עקב לחצים מצד רגולטוריים של שווקי הרכב הגלובאליים), כך שרמת הזיהום כיום נמוכה מאוד ביחס לעבר. עם זאת, גם היום ישנה פגיעה בבריאות הציבור בהקשר זה, כאשר המזהמים הבולטים הנם תחמוצות חנקן (NOx), חלקיקים נשימים עדינים (PM) ופחמן חד-חמצני (CO). בנוסף לפליטת אלו מהאגוז, ישנו זיהום נוסף של חלקיקים נשימים הנוצרים עקב שחיקת הצמיגים, הבלמים והכביש.

Carbon footprint report – Volvo C40 Recharge.<sup>12</sup>

<https://www.volvocars.com/images/v/-/media/Market-Assets/INTL/Applications/DotCom/PDF/C40/Volvo-C40-Recharge-LCA-report.pdf>

<sup>13</sup> על פי נתוני המחקר, גרסת הבנזין של סוג הרכב הנ"ל פולטת כ-43 טון פד"ח בכל תקופת השימוש ברכב (לפי הנחה של כ-200,000 ק"מ לאורך תקופת השימוש); לפי תמהיל ייצור החשמל בארץ ב-2030, והנתון המוצג במחקר על פיו הרכב החשמלי צורך כ-0.21 קוט"ש לק"מ, הגרסה החשמלית של הרכב הייתה פולטת בארץ לאורך תקופת השימוש ברכב כ-12 טון פד"ח; כלומר – ברכב החשמלי מתקיים חיסכון של כ-31 טון פד"ח בשלב השימוש; לעומת עודף של כ-11 טון פד"ח בשלב הייצור, ובסך הכל חיסכון של כ-20 טון פד"ח לאורך החיים – המהווים כאמור חיסכון של כ-35% ביחס לסך הפלטות של רכב הבנזין.

בהתאם לחישוב המפורט בנספח, ותוך שימוש בעלויות פליטות מזהמי אוויר המומלצות על ידי המשרד להגנת הסביבה – עלות זיהום אוויר מרכב בנזין חדש (לרבות פליטות שחיקה – המתייחסות לפליטות מזהמים לאוויר עקב שחיקת הבלמים, הצמיגים והכביש) נאמדת בכ-0.015 ₪ לק"מ.

מנגד, רכבים חשמליים אינם פולטים כל זיהום אוויר משריפת דלקים ברכב, אך ישנן פליטות מתחנות הכוח הנדרשות לייצור חשמל. גם בהקשר זה צפויה השפעה חיובית למהלכים להפסקת ייצור החשמל באמצעות פחם והגדלת הייצור באנרגיות מתחדשות. בנוסף, בדומה לרכבי בנזין, ישנן פליטות שחיקה, שלא נובעות משריפת דלקים. בהתאם לחישוב המפורט בנספח, עלות זיהום אוויר מרכב חשמלי (לרבות פליטות שחיקה) נאמדת בכ-0.01 ₪ לק"מ.

### 3. רעש

תמחור נזקי הרעש זכה עד כה אמנם לפחות תשומת לב מחקרית מאשר תמחור נזקי זיהום אוויר, אך החלה להתגבש ספרות מקצועית בנושא המאפשרת גיבוש אומדן לגובה ההשפעה החיצונית, גם אם מדובר באומדן ראשוני יחסית.

היתרון של הרכב החשמלי נובע מכך שמנוע הרכב החשמלי שקט מאוד ביחס למנוע הבעירה הפנימית. יתרון זה מתבטא בעיקר במהירויות נסיעה אטיות יחסית (עד כ-30 קמ"ש), שכן במהירויות גבוהות יותר – עיקר הרעש נוצר מחיכוך הצמיגים עם הכביש ולא מהמנוע<sup>14</sup>. בהקשר זה יש לציין כי על פי הספרות, נזקים משמעותיים יותר מרעש נגרמים ברמות רעש המאפיינות דווקא נסיעה במהירויות גבוהות יותר. כן יש להביא בחשבון כי רכבים חשמליים מתחרים אל מול רכבי בנזין חדשים, אשר לפחות חלקם מתאפיינים ברמות רעש נמוכות ביחס למה שהיה נפוץ בעבר; בפרט יש להזכיר בהקשר זה רכבים היברידיים, אשר במהירויות נמוכות עשויים להיות זהים לחלוטין לרכבים חשמליים, ככל שמשתמשים במהירויות אלו במידה רבה בהנעה חשמלית. גורמים אלו לפיכך עשויים לצמצם את התועלת היחסית של הרכבים החשמליים.

בהתאם להנחות ולחישוב המפורט בנספח, עלות הרעש השולית של רכב בנזין חדש מתומחרת בכ-0.021 ₪ לק"מ, בעד שעל בסיס הנחותינו בנושא, עלות הרעש של רכב חשמלי חדש מתומחרת בכ-0.017 ₪ לק"מ.

לסיכום, התועלת במעבר מרכבי בנזין לרכבים חשמליים באה לידי ביטוי בהפחתת פליטות גזי חממה, צמצום זיהום האוויר והנמכת הרעש בסביבת הכבישים והיא מתבטאת בחיסכון של כ-3 אג' לק"מ. לצד השפעות חיצוניות אלו, לגביהן מתקיים כאמור יתרון של הרכב החשמלי אל מול רכבי בנזין, ישנן השפעות חיצוניות אחרות (ומשמעותיות ביותר, כפי שנראה), לגביהן אין כל יתרון לרכבים חשמליים – גודש בדרכים, תאונות דרכים וחניות.

<sup>14</sup> Measurement of noise from electrical vehicles and internal combustion engine vehicles under urban driving conditions. <https://www.toi.no/getfile.php/1340825-1434373783/mmarkiv/Forside%202015/compett-foredrag/Lykke%20-Silent%20Urban%20Driving.pdf>

#### 4. גודש בכבישים – עלויות אובדן זמן נוסעים

רכב שנוסע בזמן ובמקום בו ישנה בעיה של גודש (כלומר, מצב בו התנועה בכבישים איננה חופשית לחלוטין) מגביל את יכולתם של יתר הנוסעים בכביש לנסוע באופן חופשי, ועקב כך מביא להתארכות זמן הנסיעה שלהם. מכיוון שלזמן הנסיעה יש ערך כלכלי, הרי שהנסיעה של הרכב יוצרת עלויות לכל יתר משתמשי הכביש. אומדן עלות הגודש נגזר מהנחות שונות לגבי השפעת הרכב השולי על זמני הנסיעה, מספר הנוסעים בכביש (לרבות נוסעי התחבורה ציבורית), וערך הזמן של אותם נוסעים.

לפי הדו"ח האירופאי לעניין ההשפעות החיצוניות של כלי תחבורה, עלות הגודש משתנה בהתאם לסוג הכביש ומצב העומס בכביש בעת הנסיעה. כאשר הכביש ריק – לרכב הנוסף אין כמעט כל השפעה ולכן הוא גם איננו מייצר עלות. לעומת זאת, כאשר מדובר בכביש עמוס, כל רכב נוסף יוצר עלות משמעותית מאוד. על בסיס פרסום של המשרד להגנת הסביבה בנוגע להתפלגות הנסועה בישראל בכבישים ומצבי תנועה שונים, והמחירים הלקוחים מהדו"ח האירופי, בעבודה זו אנו אומדים את עלות הגודש השולית המשוקללת (על פני כבישים ומצבי תנועה שונים) בכ-0.53 ₪ לק"מ, כפי שמפורט בנספח (כמובן שעלות הגודש בפועל משתנה בהתאם למצב התנועה בגביש – כאשר בכבישים עמוסים היא גבוהה הרבה יותר).

יש לציין שאומדן זה, הנסמך כאמור על עלויות הגודש המוצגות בדו"ח האירופי, עשוי להוות אומדן שמרני. זאת שכן קיימות אינדיקציות לכך שבעיית הגודש בישראל חמורה במיוחד, ובפרט בהתייחס למטרופולין ת"א (אך לא רק). כך למשל, מדד TOMTOM הבינלאומי לגודש דירג ב-2019 (טרם משבר הקורונה) את תל אביב במקום ה-21 בעולם (כאשר דירוג גבוה יותר פירושו בעיית גודש חמורה יותר); רק 3 ערים באיחוד האירופי דורגו גבוה יותר (בוקרשט, דאבלין, ולודג'), ואילו עשרות ערים אחרות באיחוד האירופי דורגו נמוך יותר, וביניהן המטרופולינים הגדולים ביותר ביבשת. כמו כן, בהשוואה שהציג ה-OECD - מספר הרכבים לקילומטר כביש בישראל גבוה במעל לפי 3 מהממוצע ב-OECD, וישראל מדורגת ראשונה מבין המדינות במדד זה.<sup>15</sup>

#### 5. תאונות דרכים

אחת מתוצאות הלוואי הקשות של שימוש ברכבים פרטיים הוא תאונות הדרכים. העלויות הכרוכות בתאונות דרכים אינן בהכרח במלואן עלויות חיצוניות: ראשית, ביטוחי הרכב נועדו לכסות לפחות חלק מעלויות התאונות, ובכך הן למעשה גורמות להפנמת עלויות אלו. שנית, החשש מפני תאונה שתפגע בנוסעים ברכב אמור להיכנס למכלול השיקולים של הנהג; גם פגיעה באחרים היא דבר אשר מרבית הנהגים רוצים בוודאי להימנע ממנו. כך, גם חלק מהעלויות שאינן עלויות כספיות ישירות הן למעשה עלויות המופנמות על ידי הנהג ואינן חיצוניות.

עם כל זאת, סביר להניח כי מרבית הנהגים אינם מפנימים במלואו את הסיכון לתאונה ואת השלכותיו הפוטנציאליות; כמו כן, סביר שהביטוחים אינם נתונים כיסוי מלא לכלל העלויות, ובפרט לא לעלות המיוחסות לאובדן חיי אדם. לפיכך, נראה כי נכון לראות בחלק מהעלויות המיוחסות לתאונות דרכים עלויות חיצוניות. זוהי אכן הגישה של הדו"ח האירופאי – בדו"ח זה, העלויות המכוסות על ידי הביטוחים מנוכות

<sup>15</sup> OECD © OECD INDICATORS 2015: ENVIRONMENT AT A GLANCE 2015. עמ' 63.

מראש מחישוב העלויות השוליות; לאחר מכן, הדו"ח מניח כי הנהג מפנים באופן מלא את העלויות הקשורות לפגיעה בכלל הנוסעים ברכבו, אך לא מפנים כלל את העלויות בפגיעה במשתמשי כביש אחרים, כאשר ההנחה היא שברכבים פרטיים, החלק המופנם (מתוך הסכום שנותר לאחר ניכוי עלויות הביטוח) עומד על 61%, כך שהעלויות החיצוניות השוליות מהוות 39%.

במסמך זה נקטנו בגישה דומה: ראשית, אנו מתייחסים רק לעלויות פגיעות גוף ולא לעלויות פגיעה ברכוש, שכן ההנחה היא כי אלו מוטלות באופן ישיר על בעל הרכב, בין אם באמצעות הביטוח ובין באמצעות תשלום ישיר בעקבות תאונה. שנית, בדומה לדו"ח האירופי, אנו מניחים כי גם ביחס לפגיעות גוף, יש לנכות תחילה את תשלומי הביטוח הרלוונטיים (ביטוחי חובה); לבסוף, אנו מניחים כי 61% מהעלויות הנותרות (עלויות פגיעות גוף שהן מעבר לתשלומי ביטוח החובה) מופנמות על ידי הנהגים, כך שרק 39% הינן עלויות חיצוניות.

על בסיס הנחות אלו ואומדן עלויות תאונות דרכים הלקוח מתוך נוהל פרויקטים לתחבורה של משרד התחבורה (נוהל פר"ת, 2021), וכפי שמפורט בנספח, אנו אומדים את העלות החיצונית השולית של תאונות דרכים בכ- 0.026 ₪ לק"מ.

## 6. שטחי חנייה והשפעות על היבטי תכנון

רכב פרטי נדרש כמובן למקומות חנייה. ייעוד שטח כמקום חניה משמעותו בפועל ויתור על אפשרות השימוש בשטח לשימושים אחרים, ולכן כרוך בעלות. לעתים, עלות זו מגולגלת לגורם פרטי – כך הדבר בחניון מסודר בתשלום, או בחניה ברחוב המחויבת בתשלום, וכך גם לגבי חנייה (ביתית, משרדית או מסחרית) הנמצאת בתוך שטח פרטי - שכן במקרה זה יש להקצאת השטח לטובת חניה עלות מבחינת בעל הנכס. במקרים אלו לפיכך לא מדובר בעלות חיצונית. לצד זאת, ישנם כמובן מקומות רבים בהם רכבים יכולים לחנות ברחוב (או בשטח ציבורי אחר) ללא תשלום, ובמצבים אלו בעל הרכב איננו רואה לנגד עיניו את העלות המלאה של החזקת הרכב.

לצד עלויות השטח, נראה כי לצורך ביעוד שטחים כמקומות חניה השפעה גם על היבטי תכנון רחבים יותר. כך למשל, סביר כי במקומות מסוימים, הקושי להבטיח די מקומות חניה באזור מונע פיתוח עירוני צפוף יותר.

עם זאת, נראה בעינינו כי הדרך הנכונה יותר להתמודד עם השפעות אלו היא באמצעות מדיניות תמחור החניה בשטחים הציבוריים - נושא הנמצא מחוץ לתחום המסמך הנוכחי. מסיבה זו, וגם על רקע מורכבות התמחור של עלות זו, לא יוצג כאן תמחור של השפעה שלילית זו, ואולם אין להסיק מכך כי היא איננה משמעותית.

## 7. סיכום והשוואה בין רכבים חשמליים לרכבי בנזין

לוח 2 מציג השוואה בין העלויות החיצוניות של רכב חשמלי ורכב בנזין:

לוח 2: עלויות חיצוניות שוליות של רכב חשמלי ורכב בנזין (ש"ח ל-100 ק"מ)

פער	רכב בנזין	רכב חשמלי
-----	-----------	-----------



1.7	2.6	0.9	גזי חממה*
0.5	1.5	1.0	זיהום אוויר*
0.4	2.1	1.7	רעש
0	53	53	גודש (עלות אובדן זמן)
0	2.6	2.6	תאונות דרכים
לא כומת			שטח חניה
2.6	61.8	59.2	סך הכל (ללא חנייה)

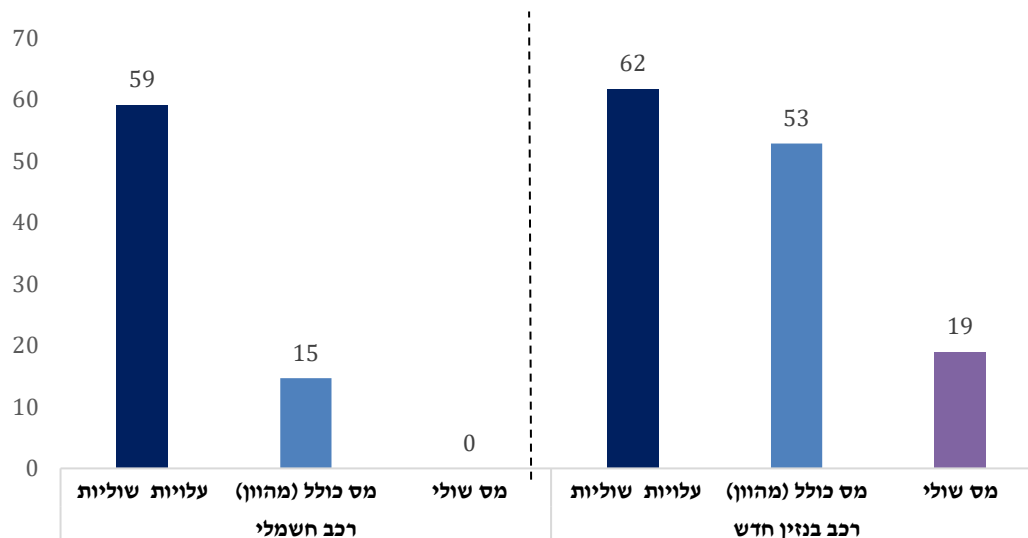
\* ברכב חשמלי – מתייחס לתמהיל ייצור החשמל הצפוי ב-2030 (70% גז טבעי ו-30% אנרגיות מתחדשות); עד השגת תמהיל זה, עלויות פליטות גזי החממה וזיהום האוויר ברכב החשמלי יהיו בפועל גבוהות יותר; לאחר השגתו ועם המשך הגידול בשיעור הייצור באנרגיות מתחדשות הן יהיו נמוכות יותר.

\*\* לאור נוסחאות ההצמדה המוצעות בספר הירוק של המשרד להגנת הסביבה – ב-2030 הפער בין רכב חשמלי לרכב בנזין יעמוד על כ-3 ש"ח ל-100 ק"מ (טרם הצמדה נוספת למדד המחירים לצרכן) - ראו חישובים והסברים בנספח.

מהלוח ניתן לראות כי סך העלות החיצונית הנגרמת מרכב חשמלי בכל 100 ק"מ נסועה נמוכה לפי מחירי 2023 בכ-2.6 ש"ח מזו הנגרמת על ידי רכב בנזין (ובכ-3 ש"ח בהתאמה לעלויות הזיהום המעודכנות לשנת 2030 – נתון שאולי רלוונטי יותר לצורך גיבוש המדיניות העתידית), וזאת עקב תועלות בהיבטים של פליטות גזי חממה, זיהום אוויר, ורעש; עם זאת, בהיבטים של גודש ותאונות דרכים (וכן חניה) – אין כל הבדל בין רכב חשמלי לבין רכב בנזין. הפחתה זו בעלויות החיצוניות שקולה לירידה של כ-4% בלבד מהעלויות החיצוניות, בהתאם לסיכום שהוצג לעיל. תועלות אלו מצדיקות גיבוש מדיניות ממשלתית שתכליתה הסרת חסמים תשתיתיים ורגולטוריים להגדלת היקף חדירתו לשוק הרכב הישראלי. עם זאת, היבטי מדיניות הקשורים למיסוי צריכים לשקף בבירור גם את מרכיבי העלויות החיצוניות בהן אין לרכב חשמלי יתרון על פני רכב בנזין, ובפרט שמדובר ברוב הגדול של העלויות.

תרשים 5 משווה בין העלויות החיצוניות למדיניות המיסוי הנוכחית לגבי רכבי בנזין ורכבים חשמליים. מהתרשים עולה כי מדיניות המיסוי הנוכחית רחוקה מאוד מלהתאים להשפעות החיצוניות של הרכב החשמלי. כלומר, במצב הקיים, מערכת המס איננה משקפת לנהגים ברכבים חשמליים את העלויות החיצוניות אשר נגרמות עקב נסיעתם ברכב; כך, החלטות בנוגע לביצוע נסיעות מתבססות כמעט אך ורק על השיקולים הישירים של הנהג, תוך התעלמות מהשפעת הנסיעה על פרטים אחרים בחברה. יתירה מכך, מכיוון שרכב חשמלי אינו משלם כלל מס בלו אז הפער בין המיסוי לעלויות החיצוניות על הנסיעה השולית בלבד הינו גדול אף יותר.

תרשים 5: עלויות חיצוניות ומיסוי ל-100 ק"מ נסיעה



מקור: עיבודי משרד האוצר. לצורך חישוב המיסוי על רכבי בנזין נלקח בחשבון רכב חדש הנוסע 17 ק"מ לליטר.

יש לשים לב שלמרות המיסוי הגבוה יותר על רכבי בנזין גם ברכבים אלו ישנו פער בין המיסוי לעלויות החיצוניות, בייחוד בהתייחס למס השולי; יתר על כן, הנתון בתרשים מתייחס לעלות השולית המשוקללת על פני כבישים מסוגים ומצבי תנועה שונים, כאשר בפועל כמובן ישנם כבישים בהם העלות השולית גבוהה הרבה יותר. פערים אלו אכן עמדו ברקע קביעת מס נוסף הנוגע לשימוש ברכב – מס הגודש שיוטל במטרופולין ת"א, אשר בהתאם לחוק ייכנס לתוקף בשנת 2025. מס זה נועד להטיל את עלויות הגודש על נסיעות במקומות ובזמנים בהם בעיית הגודש היא החריפה ביותר – מטרופולין ת"א בשעות הבוקר ואחה"צ. עם זאת, כמובן שבעיית גודש קיימת גם במקומות רבים אחרים (מחוץ למטרופולין ת"א, בתוך המטרופולין בשעות שלא יחול בהן מס גודש, וכן בתוך המטרופולין בנסיעות אשר אינן חוצות את הטבעות בהן ייגבה המס), ועל כן המס – במתכונתו הקיימת על פי החוק – רחוק מלתת פתרון מלא לסוגיית שיקוף העלויות השוליות לנהגים. מסיבה זו, מס הגודש נוסף על השכבה הבסיסית של מס הבלו – ובמידה ורכב חשמלי לא משלם מס זה, מס הגודש לבדו איננו נותן מענה מלאה לסוגיה.

אומדן מיסוי העלויות החיצוניות לק"מ נסועה כפי שהוצג לעיל מבוסס על מגוון הנחות שונות, ועל כן ישנה אי-וודאות לגבי גובהו המדויק. מטרת הניתוח שהוצג לעיל הינה להבהיר כי ברמה העקרונית, ישנה הצדקה למיסוי הקיים על רכבי בנזין, ואף אולי לקביעת רמת מיסוי גבוהה יותר, בעוד שהמיסוי הקיים על רכבים חשמליים רחוק מלשקף את העלויות החיצוניות הנגרמות מהם. כפי שיוצג בהמשך, סביר להניח כי העדר המיסוי על השימוש השוטף ברכב חשמלי יביא לגידול בביקוש לנסועה ברכב פרטי. בפרק הבא נדון במספר אתגרים משקיים נוספים הנוגעים לכניסת הרכב החשמלי.

### פרק 3: אתגרים משקיים הנובעים מכניסת הרכב החשמלי

לצד התועלות, כניסת הרכב החשמלי מעמידה בפני הממשלה מספר אתגרים משקיים שיש להיערך כלפיהם. להערכתנו, האתגרים המרכזיים הינם הכנת תשתיות אנרגיה מתאימות, האפשרות לגידול בהיקף הנסועה וירידה בהכנסות המדינה. כל עוד היקפי החדירה של הרכב החשמלי עדיין נמוכים, השפעת אתגרים אלו הינה מוגבלת, אך לאור הצפי שהוצג לעיל לגידול עקבי בכמות הרכבים החשמליים מתוך מלאי הרכבים יש להקדים ולהתכונן אליהם מבעוד מועד. נושא אתגרי תשתיות האנרגיה ינותח בנפרד בפרק החמישי, ואילו בחלק זה נתמקד בשני הנושאים האחרים, ובפרט באפשרות כי ללא גיבוש מדיניות מיסוי מתאימה, כניסת הרכבים החדשים תביא לגידול בסך הנסועה ברכב פרטי וכפועל יוצא מכך – בגודש בכבישים.

## 1. גידול בביקוש לנסיעה ברכב פרטי

רכבים חשמליים מתאפיינים כיום בעלות אנרגיה (כלומר – חשמל), נמוכה מאוד ביחס לזו של רכבי בנזין. זאת, הן עקב יעילות גבוהה בצריכת האנרגיה, והן עקב העובדה שבשונה מרכבי בנזין הממוסים במס בלו משמעותי (המהווה כ-50% ממחיר הדלק הסופי לצרכן), נכון להיום לא מוטל כל מס מקביל על רכבים חשמליים. בהעדר מס מקביל לבלו, עלות הנסיעה ברכב חשמלי אף עשויה במקרים רבים להיות זולה יותר ממחיר הנסיעה בתחבורה ציבורית (וזאת בשונה מהנסיעה ברכבי בנזין).

נדגים זאת באמצעות ההנחות הבאות:

- צריכת החשמל של רכב חשמלי – 0.17 קוט"ש לק"מ.
- מחיר החשמל כיום – תעריף החשמל לצרכן ביתי כיום (כולל מע"מ) הוא כ-62 אגורות לקוט"ש (נכון לפברואר 2023).<sup>16</sup>
- צריכת דלק של רכב בנזין חדש – 17 ק"מ לליטר.
- צריכת דלק של רכב בנזין ממוצע – 13 ק"מ לליטר. זוהי צריכת דלק המתאימה לרכבי בנזין ממוצעים.
- מחיר הדלק כיום (כולל בלו ומע"מ) – 6.84 ש"ח לליטר (נכון לפברואר 2023).

מכאן שעלות הנסיעה ברכב חשמלי היא כ-0.11 ש"ח לק"מ, לעומת כ-0.4 ש"ח לק"מ ברכב בנזין חדש או 0.53 ש"ח לק"מ ברכב בנזין ממוצע, כלומר – מחיר הנמוך בכ-75%-80%.

לשם המחשה, תרשים 6 מציג את העלות של נסיעה בינעירונית שאורכה כ-30 ק"מ הלוך וחזור (כך שסה"כ הנוסע עובר 60 ק"מ) ו-60 ק"מ הלוך חזור (כך שסה"כ הנוסע עובר 120 ק"מ). ניתן לראות שאפילו תחת שימוש אינטנסיבי בתחבורה ציבורית ובמנוי זול, מחיר השימוש השוטף ברכב חשמלי זול במידה משמעותית, בניגוד למצב הנוכחי בו התחבורה הציבורית הינה זולה יותר משימוש ברכב פרטי.

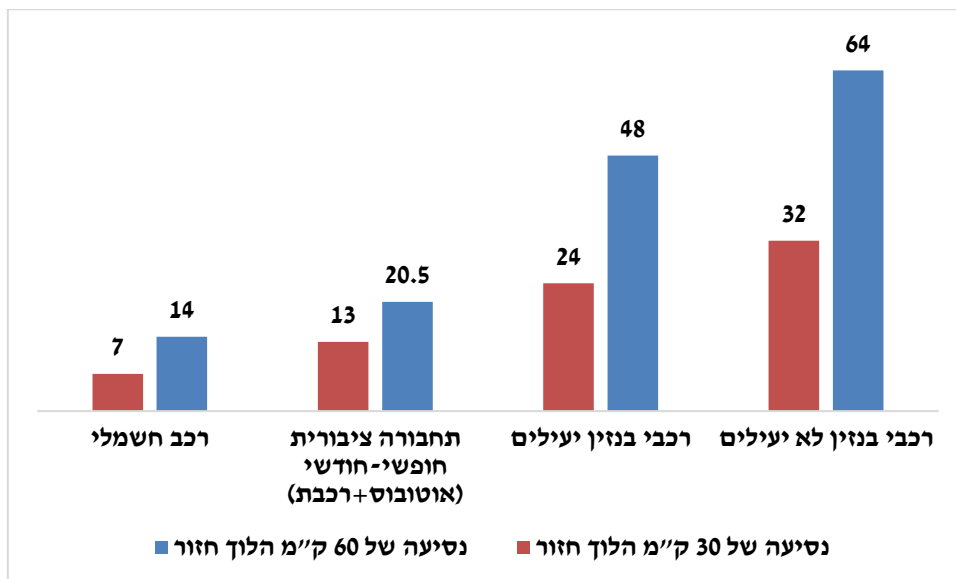
ההפרש הסופי במחירי הנסיעה מושפע מהיחס שבין מחיר החשמל ובין מחיר הדלק, ועל כן משתנה בין מדינות שונות בעולם. כפי שניתן לראות בתרשים 7, היחס בין מחיר הדלק ובין מחיר החשמל בישראל

<sup>16</sup> לפי נתוני משרד התחבורה, ל-60% מבעלי הרכב הפרטי יש חנייה פרטית ועל כן זו צפויה להיות צורת ההטענה הנפוצה ולא טעינה בעמדות טעינה מהירות או ציבוריות. יש לציין כי טעינה בעמדת ציבורית עשויה להיות יקרה מאשר בטעינה ביתית, ואולם מנגד – כניסה של אמצעים לתמרוץ טעינה בשעות בהן הביקוש לחשמל נמוך עשויה לפתוח אפשרויות לטעינה במחיר הנמוך ממחיר החשמל הממוצע למגזר הביתי. מסיבות אלו ולשם הפשטות, הניתוח המוצג כאן מתייחס לטעינה בתעריף הביתי.

הוא קיצוני יחסית ביחס לשאר העולם, ועל כן השפעת המעבר לרכבים חשמליים בישראל צפויה להיות גדולה יותר בהשוואה בינלאומית.

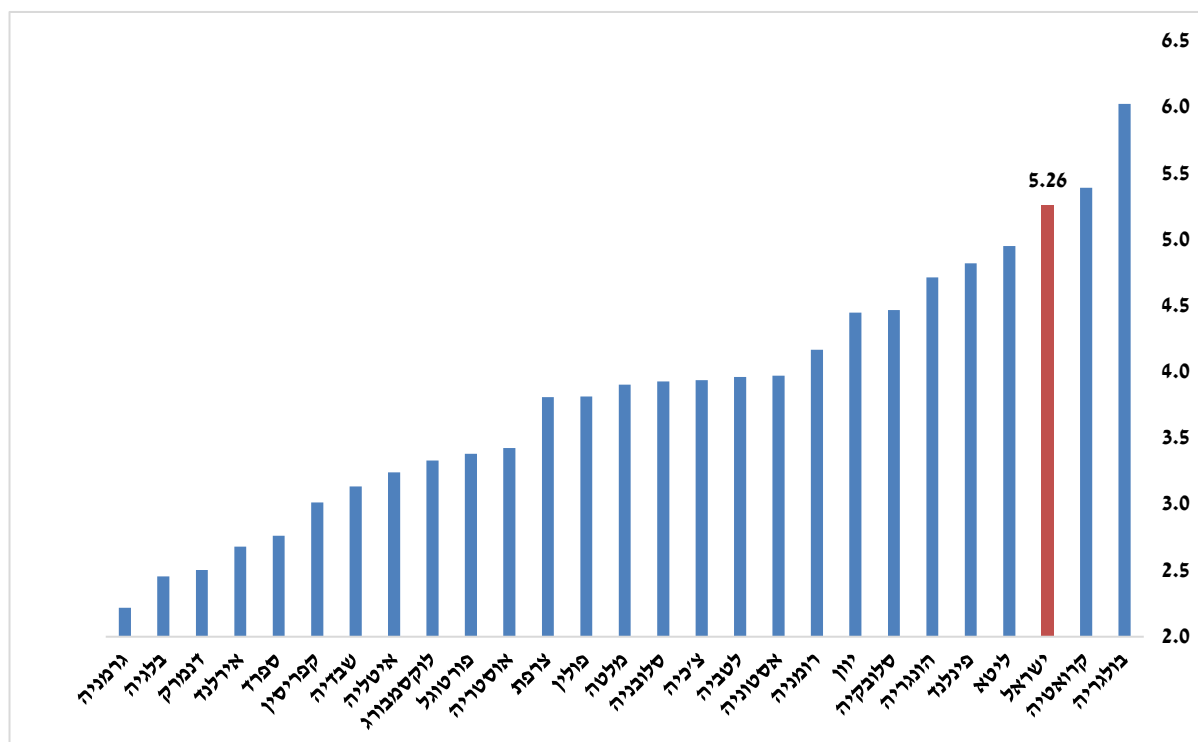
מובן שבבחינת עלות הנסיעה ברכב הפרטי יש להביא בחשבון גם עלויות נוספות, ובפרט עלות קניית ואחזקת הרכב, ולכן אין בכך בכדי לומר שבאופן כללי הנסיעה ברכב חשמלי תהיה בהכרח זולה יותר מנסיעה בתחבורה ציבורית. עם זאת, סביר מאוד כי מחירי אנרגיה נמוכים כל כך (ביחס למצב כיום) יביאו לשימוש אינטנסיבי יותר ברכבים פרטיים, הן על חשבון נסיעות בתחבורה ציבורית והן כתוצאה מתוספת נסיעות חדשות. גידול זה בהיקפי הנסיעה ברכב פרטי יחריף הגודש בכבישים ויגדיל את היקף העלויות החיצוניות הנגרמות מכניסת הרכב החשמלי שנאמדו בפרק הקודם.

תרשים 6: עלות נסיעה הלוך וחזור למרחק 30 ק"מ (60 ק"מ נסיעה בסך הכל)



מקור: עיבודי משרד האוצר. רכבי בנזין חדשים נוסעים כ-17 ק"מ לליטר ואילו רכבי בנזין ממוצעים כ-13 ק"מ לליטר בלבד. מחיר נסיעה בודדת בתחבורה ציבורית חושב על בסיס מחיר מנוי "חופשי-ארצי" לחודש למרחקים של 15-40 ק"מ עבור רכבת ואוטובוס שהינו 255 ₪ ולמרחקים של 40-75 ק"מ העלות היא 410 ש"ח (לשם המחשה, עלות מנוי ללא רכבת למרחקים של 15-40 ק"מ היא 225 ₪ - באופן שמחיר הנסיעה היה יוצא כ-11 ₪, עדיין גבוה פי 1.5 מעלות נסיעה ברכב חשמלי). הנחנו שימוש אינטנסיבי במנוי במהלך החודש שיכלול 20 נסיעות הלוך חזור.

תרשים 7: השוואה בינלאומית של יחס המחירים בין חשמל ובנזין (2021)



באופן טבעי, מרבית המוצרים מתאפיינים בכך שכאשר מחירים יורד הביקוש להם עולה, ולהפך. עם זאת, מוצרים שונים מתאפיינים ברגישות שונה למחיר (גמישות) – הביקוש של מוצרים מסוימים מגיב באופן חד גם לשינויים קלים יחסית במחיר, בעוד שהביקוש למוצרים אחרים נותר לעתים דומה (או נמוך רק במקצת) גם לאחר עלייה חדה יחסית במחיר.

בספרות המקצועית נערכו במהלך השנים עשרות רבות של מחקרים אשר בדקו את גמישות הביקוש לדלק ביחס למחיר, כאשר גידול בכמות הדלק המבוקשת מתבטאת בהגדלת היקפי הנסועה. סקירה וניתוח מוקדם יחסית של הספרות משנת 1991<sup>17</sup> מצאה גמישות ביקוש ממוצעת למחיר בטווח הקצר (עד שנה) של -0.26 - כלומר, ירידה של 1% במחיר צפויה להביא לעלייה של 0.26% בביקוש לדלק; בטווח הארוך (מעבר לשנה), הגמישות הממוצעת שנמצאה גבוהה יותר – -0.86, כאשר ירידה במחירי דלקים עשויה להשפיע גם על החלטות בנוגע לרכישת רכבים חדשים, ולא רק בנוגע לשימוש ברכבים קיימים. מטא-אנליזה מפורסמת נוספת שהתפרסמה ב-1998<sup>18</sup> הגיעה לממצאים דומים יחסית: אומדן חציוני לגמישות טווח קצר של -0.23 ושל -0.43 לגמישות טווח ארוך.

מנגד, מאמר מצוטט משנת 2006<sup>19</sup> העלה אפשרות כי במהלך השנים חלה ירידה בגמישות הביקוש למחיר הדלק (לפחות בארה"ב) – כך, המאמר מצא שבעוד שבשנים 1975-1980 (תקופה בה היתה השפעה משמעותית למשבר הנפט העולמי) עמדה הגמישות (טווח קצר) על בין כ-0.21 ל-0.34 (בדומה לממצאי המאמרים שהוצגו לעיל), הרי שבשנים 2001-2006 היא עמדה על בין כ-0.034 ל-0.077 בלבד. טענה

Dahl, C., and Sterner, T. 1991. Analysing gasoline demand elasticities: a survey.<sup>17</sup>  
 Espey, M. 1998. Gasoline demand revisited: an international meta-analysis of elasticities.<sup>18</sup>  
 Hughes, J., Knittel, C, Sperling, D. 2006. Evidence of a shift in the short-run elasticity of gasoline demand.<sup>19</sup>

בדבר ירידה בערכי הגמישות הועלתה גם בפרסום של מנהלת נתוני האנרגיה בארה"ב (EIA) משנת 2014<sup>20</sup>, על פיו בשנות ה-90 עמדה הגמישות לטווח הקצר בארה"ב על כ-0.08-, בעוד שנכון למועד הפרסום (2014) היא מוערכת על ידי המחבר כבין 0.02- ל-0.04- בלבד.

עם זאת, נראה כי בשנים האחרונות שוב מתגבשת הסכמה כי הגמישות גדולה יותר, בדומה לערכים שנאמדו בעבר. כך, סקירה שפרסמו חוקרים מהבנק הפדראלי של ארה"ב בשנת 2020<sup>21</sup>, הציגה שלושה מחקרים מהשנים האחרונות מהן עולה גמישות ביקוש (טווח קצר) של בין כ-0.27- ל-0.37- – כלומר, ערכים דומים ואף מעט גבוהים יותר מאלו שעלו מהדור הישן יותר של המחקרים. החוקרים מהבנק הפדראלי מציינים שמדובר במחקרים העושים שימוש בטכניקות אקונומטריות מתקדמות ובסיסי נתונים חדשים ומקיפים – ועל כן מייחסים לממצאים אלו אמינות גבוהה. מחקר מעניין נוסף מהשנים האחרונות נערך בדנמרק<sup>22</sup>, ומצא גמישות של כ-0.3-. המאמר מציין כי באופן כללי נראה כי מחקרים שנערכו באירופה מצאו גמישויות גבוהות יותר מאשר מחקרים שנערכו בארה"ב, ומציג הסבר על פיו הדבר קשור בין היתר באיכות התחבורה הציבורית – הטובה יותר באירופה, ועל כן מאפשרת לפרטים חלופה זמינה יותר לרכב פרטי מאשר בארה"ב.

מספר מחקרים אחרים בהקשר זה ניסו לבחון באופן ישיר גם את ההשערה שמחירי דלקים גבוהים יותר מתמרצים מעבר לתחב"צ (שכן הנסיעה ברכב הפרטי הופכת יקרה יותר), ולהפך. דוגמה למחקר כזה הוא מחקר שנערך בעיר שיקגו<sup>23</sup> שמצא כי הגמישות תלויה בסביבת המחירים הראשונית של מחירי הדלק: כאשר מחירי הדלק היו נמוכה מ-3\$ לגלון (פחות מ-3 לליטר), הגמישות היתה נמוכה ביותר; לעומת זאת, כאשר מחירי הדלק היו גבוהים מ-4\$ לגלון (מעל 3.7 לליטר), הגמישות היתה בטווח של 0.28-0.37 (כתלות בסוג התחבורה הציבורית) – כלומר, ברמות מחיר אלו, כל עלייה של 10% במחיר הדלק משמעותה גידול של בין כ-2.8% ל-3.7% בנסועה בתחב"צ (יצוין שרמת המחירים הבסיסית בישראל גבוהה יותר משמעותית אף מרמה גבוהה זו). דוגמה נוספת למחקרים בתחום היא מחקר שהתבצע בגרמניה<sup>24</sup> בו נמצא כי על כל עלייה של 1 אירו במחיר הדלק, ישנה עלייה של כ-0.66 נסיעות במוצע לתושב בתחבורה ציבורית – עלייה המשקפת גמישות של כ-0.7. כך, קיימות בספרות המקצועית אינדיקציות לכך שאכן מתקיים הקשר הצפוי בין מחיר הדלק לשימוש בתחב"צ – כאשר עלייה במחיר הדלק מביאה לעלייה בשימוש בתחב"צ, בעוד ירידה במחיר הדלק צפויה להוביל להפחתת השימוש בתחב"צ.

בישראל, מחקר שנערך לאחרונה על ידי חוקרים מאוניברסיטת בן גוריון בדק כיצד התייעלות צי הרכבים לאורך השנים השפיעה על כמות הנסועה. החוקרים מצאו כי על כל גידול של 1% ביעילות הרכבים היה גידול בשיעור הנסועה של 0.75% לאור מחירי הנסיעה הנמוכים. מכיוון שהתייעלות הרכבים נבעה בין היתר מרפורמת "מיסוי ירוק" שנועדה להפחית זיהום אוויר באמצעות עידוד רכבים יעילים אנרגטית, מסקנת המחקר כי חלק ניכר מהישגי הרפורמה בהפחתת זיהום אוויר הנובעים משינוי תמהיל צי הרכבים

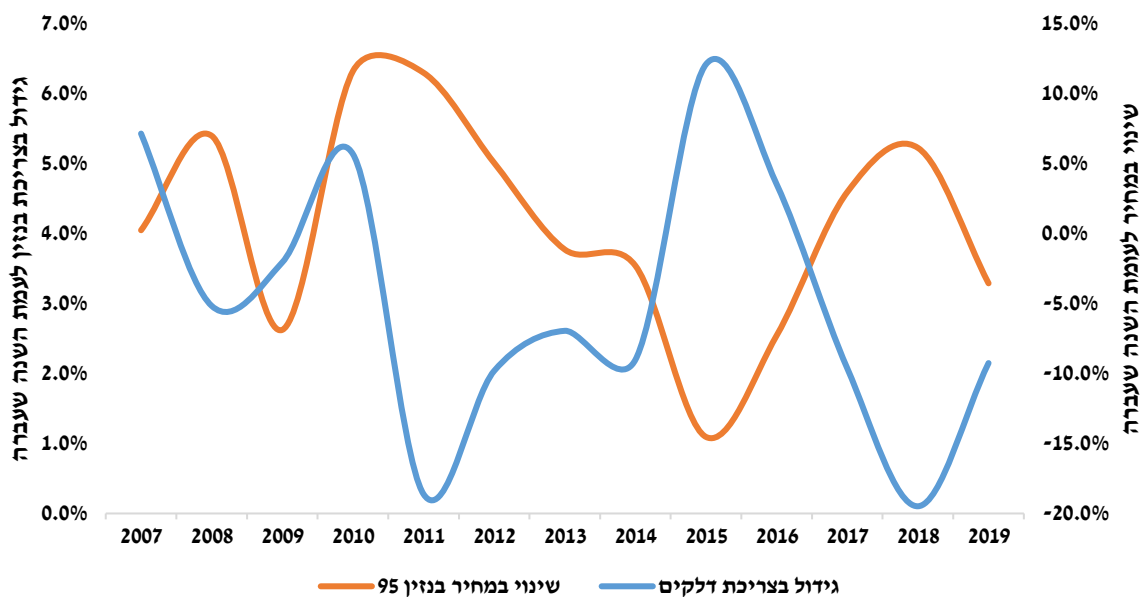
Morris, M. 2014. Gasoline prices tend to have little effect on demand for car travel.<sup>20</sup>  
Lutz, K. and Xiaoqing, Z. 2000. Gasoline demand more responsive to price changes than economists once thought.<sup>21</sup>  
Gillingham, K., and Munk-Nielsen, A. 2018. A tale of two tails: Commuting and the fuel price response in driving.<sup>22</sup>  
Nowak, W., and Savage, I. 2013. The cross elasticity between gasoline prices and transit use: Evidence from Chicago.<sup>23</sup>  
Fronde, M., and Vance, C. 2010. Rarely Enjoyed? A count data analysis of ridership in Germany's public transport.<sup>24</sup>

מתקזזים עם גידול משמעותי בנסועה שנגרם עקב השימוש המועצם ברכבים יעילים אנרגטית. מסקנת החוקרים היא שמכיוון שרכבים חשמליים יעילים בהרבה מהרכבים הקיימים, שיעור הגידול בנסועה שייגרם בעקבותיהם יהיה דרמטי במיוחד.<sup>25</sup>

כך, נראה כי רוב המחקרים בתחום מצאו כי אכן קיימת השפעה של מחירי הדלקים על הביקוש לנסיעה ברכב פרטי; הגם שהשפעה זו איננה בהכרח מאוד חדה בטווח הקצר, היא איננה זניחה, וישנן אינדיקציות לכך שהיא משמעותית יותר בטווח הארוך. בנוסף, ישנם ממצאים המצביעים על השפעה של מחירי הדלקים על הנסועה בתחב"צ, כאשר מחירים גבוהים יותר מביאים לנסועה רבה יותר, כתגובה להתייקרות הנסיעה הפרטית.

ממצאים דומים עולים גם מבחינה של נתוני הנסיעה המצרפיים בישראל. תרשים 8 מציג את הקשר בין השינוי במחיר (ממוצע שנתי) לשינוי בביקוש למוצרי בנזין לתחבורה מ-2007 ועד שנת 2019.<sup>26</sup> ניתן לראות כי באופן כללי, בשנים בהן מחיר הדלק עולה, הצריכה עולה בשיעור נמוך יותר. בכל אחת מהשנים ישנה עלייה בצריכה, הנובעת מהגידול באוכלוסייה וברמת המינוע, ואולם שיעור הגידול איננו אחיד על פני השנים ונראה שהוא מושפע בין היתר מהמחיר. התרשים עולה לפיכך בקנה אחד עם הממצא העולה מהספרות בדבר קיומו של קשר שלילי בין שינוי במחיר לבין הצריכה.

תרשים 8: גידול בצריכת בנזין לתחבורה על רקע שינוי במחיר הבנזין (2007-2019)



מקור: עיבודי משרד האוצר. הנתונים השנתיים חושבו כממוצעים של הנתונים החודשיים.

<sup>25</sup> Steren, A., Rubin, D., Rosenzweig, S. "Energy efficiency policies targeting consumers may not save energy in the long run: A rebound effect that cannot be ignored"  
<sup>26</sup> שנת 2007 היא הראשונה שמפורסמים עבורה נתוני כמויות זמינים בפורמט הדיווח העדכני של משרד האנרגיה; שנת 2019 היא השנה המלאה האחרונה טרם משבר הקורונה (אשר השפיע באופן חד הן על המחיר והן על הביקושים, באופן שאיננו רלוונטי לניתוח המגמה הרב-שנתית).

לצד הניתוח הפשוט, ביצענו גם ניתוח רגרסיה בו המשתנה המוסבר הוא השינוי בצריכה, בעוד המשתנים המסבירים הם השינוי במחיר (המשתנה שהמקדם שלו הוא שמעניין אותנו), הגידול בתוצר (מדד לפעילות כלכלית, אשר צפויה להיות מתואמת עם גידול משמעותי יותר בצריכת הדלקים), ומשתנה המייצג את סדר השנים – באופן שנועד לתפוס מגמות ארוכות טווח שאינן קשורות בשני המשתנים הקודמים. ממצאי הרגרסיה מוצגים בלוח 3:

לוח 3: תוצאות רגרסיה לאמידת הקשר בין השינוי במחיר לצריכת הדלקים (2007-2019)

<i>Regression Statistics</i>				
				Multiple R
				R Square
				Adjusted R Square
				Standard Error
			13	Observations
<i>P-value</i>	<i>t Stat</i>	<i>Standard Error</i>	<i>Coefficients</i>	
0.084321	1.939916	0.015818	0.030685965	Intercept
0.008564	-3.34705	0.064674	-0.216467	שינוי במחיר בנזין 95
0.187405	1.426764	0.344106	0.490957636	צמיחה ריאלית
0.038542	-2.42108	0.001086	-0.00263023	סידורי

ניתן לראות כי המקדם על שינוי המחיר עומד על כ-0.21. כלומר, כל עלייה של 10% במחיר, מביאה לירידה (יחסית) של כ-2.1% בצריכה, ולהיפך. תוצאה זו מובהקת סטטיסטית ברמה גבוהה. ניתן לראות שמקדם ההשפעה של משתנה הצמיחה הוא חיובי כמצופה (צמיחה גבוהה יותר מביאה לצריכת דלקים גבוהה יותר), אם כי תוצאה זו איננה מובהקת. המקדם למשתנה המשקף את המגמות הרב-שנתיות ("סידורי") הוא שלילי ומובהק, באופן המצביע כנראה על ירידה בקצב הגידול השנתי בצריכה – אולי כתוצאה מהתייעלות צריכת הדלקים ברכבים חדשים.

הממצאים העולים מהניתוח הפשוט שבוצע עבור ישראל עולים בקנה אחד עם התמונה הכללית העולה מהספרות המקצועית כי לשינויים במחירי הדלק השפעה על היקפי הנסיעה ברכב פרטי. על מנת להעריך את ההשלכות של שינוי זה בהקשר של כניסת הרכב חשמלי, יש להביא בחשבון שני גורמים אשר עשויים להוביל לכך שהגידול בביקוש יהיה בטווח הארוך אף חד יותר מזה העולה ממרבית המחקרים הקיימים והממצאים שהוצגו לעיל לגבי ישראל.

ראשית, השינוי בעלויות האנרגיה עקב כניסת הרכב החשמלי היא חדה מאוד, הרבה מעבר למרבית השינויים השנתיים הרגילים במחירי הדלקים. כך למשל, בין השנים 2007-2019 בישראל השינוי החד ביותר במחירי הדלקים (בממוצע שנתי) היה כ-15%, בעוד שבמעבר מרכב בנזין (אפילו יעיל יחסית) לרכב חשמלי ישנה ירידה של 75% במחיר לק"מ נסועה. סביר כי ירידה כה חדה בעלות השולית של הנסיעה



תביא לכך שיותר נהגים יהיו מודעים אליה ויקדישו מחשבה להשלכותיה האפשרויות מבחינתם. זאת לעומת ירידה בשיעורים נמוכים יותר, אשר סביר שאינה מביאים בהכרח את כלל הנהגים לבחינה מחודשת של הרגלי ההתניידות שלהם.

שנית, השינוי הנובע מכניסת הרכב החשמלי נתפס כקבוע (או לפחות – בתוקף למספר שנים). כאשר שינויי המחיר נתפסים כזמניים, כמו שבדרך כלל נתפסים שינויי מחיר הבניין המתאפיינים בתנודתיות גבוהה, סביר כי רבים מהנהגים לא ישנו באופן בסיסי את הרגלי הנסיעה שלהם, שכן הנחה סבירה מבחינתם היא כי ממילא השינוי הוא רק לתקופה מוגבלת (כך שהשפעה של המחיר תהיה רק לגבי הנסיעות בשוליים). לעומת זאת, ובהמשך לנקודה הקודמת, שינוי קבוע צפוי להביא יותר נהגים לבחינה שיטתית יותר של הרגלי התנועה שלהם וכן לשיקולים האם לרכוש מלכתחילה רכב.

לאור כל זאת, נראה כי קיימת אפשרות סבירה ביותר שהמעבר לרכבים חשמליים יביא לגידול בהיקף הנסועה. את היקף השינוי המדויק לא ניתן כמובן לחזות; ואולם, אם נניח גמישות של כ-20%, כפי שהתקבל בניתוח הרגרסיה שבוצע עבור ישראל ושתואמת את הטווח התחתון בספרות המחקרית מהעולם (הנחה שהיא אולי שמרנית נוכח הסיבות שתוארו לעיל), ובהינתן ירידת מחיר של כ-75% - נקבל גידול בנסועה של כ-15% ביחס לכל רכב חשמלי שיתפוס את מקומו של רכב בנזין. ההשפעה הכוללת תלויה כמובן בהיקף החדירה של הרכב החשמלי – אם נניח כי עד סוף העשור כ-30% מהרכבים יהיו חשמליים, המשמעות היא לפיכך גידול של כ-5% בכלל הנסועה בכבישים (אל מול אלטרנטיבה תיאורטית בה עלות הנסיעה ברכב חשמלי זהה לזו של רכב בנזין). לנוכח העובדה כי בשוליים לכל רכב נוסף על הכביש השפעה ניכרת על הגודש, גידול כזה הוא משמעותי במיוחד.

מעבר לניתוח העולה מהספרות המקצועית בנושא גמישות הביקוש לדלק, אינדיקציה לגבי הצפוי בהקשר זה ניתן למצוא בנתונים מנורבגיה, המקדימה את מדינות העולם בהיקף החדירה של כלי רכב חשמליים (כפי שהוצג בתרשים 2). הנסועה הממוצעת של רכב חשמלי בנורבגיה בשנת 2021 עמדה על 12,500 ק"מ, בעוד הנסועה הממוצעת של רכב בנזין עמדה על 8,200 ק"מ<sup>27</sup>. כלומר, הנסועה של רכב חשמלי הייתה גבוהה כ-52%.

## 2. השלכות פיסקליות – ירידה בהכנסות ממסים

מיסוי הרכב בישראל נועד לשקף את העלויות החיצוניות שנגרמות עקב השימוש בו, ואולם במקביל הוא מהווה מקור הכנסה חשוב לתקציב המדינה. בהתמקד במס הבלו – בשנת 2019, עמדו סך הכנסות המדינה מהבלו על הבנזין על כ-12.8 מיליארד ש"ח, שהם כ-4% מסך הכנסות המדינה ממסים באותה שנה. תשלום הבלו על רכב בנזין חדש ויעיל (לפי צריכת דלק של 17 ק"מ לליטר) הוא כ-3,100 ₪ בשנה. בהעדר מס נסועה, כל רכב חשמלי שמחליף רכב בנזין פירושו הפסד מס שנתי בסכום זה. בתרחיש שבו בשנת 2030 ישנם בישראל כמיליון רכב חשמליים (העולה בקנה אחד עם היקפי חדירה במרכז הטווח בין התרחיש המהיר לאיטי, ללא התייחסות לרכבי פלאג-אין אשר אף הם צפויים להביא לירידה בהכנסות מבלו) – המשמעות היא אובדן הכנסה יחסית של כ-3 מיליארד ₪ בשנה זו (במונחים ריאליים), אל מול

<https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-07-20/electric-cars-start-covering-more-ground-27-than-combustion-counterparts?leadSource=uverify%20wall>

תרחיש תיאורטי בו רכבים חשמליים אינם תופסים את מקומם של רכבי בנזין. אובדן הכנסות זה שקול לסדר גודל של כ-0.5% מהכנסות המדינה ממסים בשנה זו. הירידה בהכנסות בפועל אף צפויה להיות גדולה יותר משתי סיבות מרכזיות. הסיבה הראשונה היא שבפועל הרכבים שנמצאים כיום על הכביש (וצפויים במהלך השנים לצאת משימוש) מתאפיינים בצריכת דלק ממוצעת נמוכה משמעותית מ-17 ק"מ לליטר (כך שסך מס הבלו שהם משלמים גבוה יותר). הסיבה שנייה היא שרוכשי הרכב החשמלי מתאפיינים באופן טיפוסי בהיקפי נסועה גבוהים מהממוצע, וזאת לאור העובדה שעלויות הנסיעה הנמוכות הינן אטרקטיביות במיוחד עבור נהגים אלו

מבחינה התיאורטית אין הכרח שההכנסה החסרה תיגבה דווקא מתחום הרכב, ולכאורה ניתן להעלות מסים אחרים על מנת לכסות על הפסד ההכנסות הצפוי. אלא שכפי שהוצג בפרק הקודם בהרחבה – היתרון הגדול של מיסוי הרכב הוא שמדובר במס אשר משקף עלויות חיצוניות, וכך מתמרץ התנהגות שתביא לרווחה חברתית גדולה יותר. מנגד, מסים אחרים לרוב אינם מתמרצים התנהגות שיש בה בכדי לשפר את הרווחה החברתית, ופעמים רבות אף להפך. אי-מיסוי הנסועה משמעותו החלפת מס יעיל מבחינה כלכלית-חברתית במס שאיננו כזה.

## פרק 4: השפעות חיצוניות ומיסוי רכב חשמלי - סיכום והמלצות

מתוך הניתוחים שהוצגו במסמך עולות מספר נקודות מרכזיות:

- השימוש ברכב חשמלי הינו עדיף על פני שימוש ברכב בנזין מכיוון שהוא פולט פחות גזי חממה, גורם לפחות זיהום אוויר ומשמיע פחות רעש.
- עם זאת, כימות תועלות אלה מעלה שמשקלן הכולל הינו 2.6 ש"ח לכל 100 ק"מ נסועה, כך שערכן הכולל נמוך מסך ההטבות מהן נהנים כיום רכבים חשמליים לאורך חייהם.
- במקביל, בכל הנוגע ליצירת גודש בכבישים ומעורבות בתאונות דרכים, לרכב חשמלי אין יתרון על פני רכב בנזין. העלויות החיצוניות הנובעות מהיבטים אלה עומדות על כ-55.6 ש"ח לכל 100 ק"מ נסועה.
- בהעדר כל מיסוי על ק"מ הנסיעה השולי (כפי שקיים לגבי רכבי בנזין בדמות מס הבלו), עולה מהספרות המחקרית ומניתוחים אמפיריים שהיקף השימוש ברכבים חשמליים צפוי להיות גבוה יותר מאשר ברכבי בנזין, באופן שיגדיל את הגודש בכבישים.

לאור כל זאת, ההמלצה המרכזית של מסמך זה היא כי יש לפעול להטלת מיסוי על ק"מ הנסיעה השולי ברכב החשמלי באמצעות מס נסועה, באופן המדמה את מס הבלו המוטל על רכבי בנזין. מס זה ישקף לנהגים ברכבים חשמליים את ההשפעות החיצוניות השליליות של השימוש ברכב פרטי, וכך יביא להחלטות נכונות יותר מבחינה כלל-חברתית לגבי השימוש ברכב.

היות שעיקר העלויות השליליות נוגעות ליצירת גודש בכבישים, מיסוי אופטימלי הוא כזה המשתנה בהתאם למצב התנועה בכביש – מיסוי גבוה יותר בעת נסיעה בכביש עמוס מאשר בכביש פנוי. בהתאם, מלבד היקף הנסיעה בפועל, גובה המס צריך להיקבע גם בהתאם לשעת הנסיעה, מיקומה ומספר הנוסעים ברכב. האתגר המשמעותי בהקשר זה הוא ההיבט התפעולי, כאשר קיימים עדיין קשיים משמעותיים שטרם נמצא להם פתרון, ובפרט נראה שכרגע לא ניתן למצוא רכיב דיגיטלי שיוקטן על הרכב ויאפשר את גביית המס בצורה מדויקת ואמינה ברמה המצופה ממערכת מס ממשלתית. בנוסף, מובן שכל מערכת שתכנס לשימוש בהקשר זה תצטרך לספק מענה הולם לסוגיות הנוגעות לשמירת פרטיות הנהגים, ובכך טמון אתגר נוסף.

לאור זאת, מוצע שבמקביל למאמצים לגיבוש תכנית ליישום מס נסועה דיפרנציאלי כאמור, תקודם חלופה פשוטה יותר של מיסוי לפי מחיר קבוע לכל ק"מ נסיעה (וזאת בדומה למצב בפועל ביחס לבלו). בעל הרכב ישלם מקדמות לפי חישוב ממוצע של רשות המיסים או בהתאם לדיווח עצמי המבוסס על נתוני הרכב. ייערך וידוא אחת לשנה בנוגע לגובה החיוב הסופי בהתאם לנתונים שיילקחו מתוך מד-הנסועה של הרכב במהלך הטסט השנתי. מס כזה אמנם יעיל פחות מבחינה תיאורטית מאשר מיסוי דיפרנציאלי, ואולם הוא עדיף על המצב הנוכחי בו כאמור אין כל מיסוי של הנסיעה השולית ברכבים חשמליים, באופן המעודד בפועל שימוש ברכב פרטי על חשבון תחבורה ציבורית, ללא שיקוף העלות החיצונית של הנסיעה. מועד הכניסה לתוקף של מס הנסועה צריך להיות מוקדם ככל הניתן מבחינת ההיערכות התפעולית, על מנת לשקף לנהגים את ההשפעות החיצוניות של השימוש ברכב, ובשביל למנוע התקבעות הרגלים חדשים בהם השימוש ברכב פרטי בא על חשבון תחבורה ציבורית. מלבד זאת, יש חשיבות בקביעת מדיניות ממשלתית בשלב מוקדם על מנת לייצר תנאים הוגנים וברורים לעלויות הצפויות משימוש ברכב חשמלי.

מבחינת גובה המס, נכון להיום מס הבלו המוטל על רכב חדש עם צריכת דלק של 17 ק"מ לליטר הוא כ-19.4 אג' לק"מ, ולכאורה ערך זה יכול להוות נקודת מוצא לקביעת גובה מס נסועה. נקודת מוצא אלטרנטיבית, נמוכה יותר, היא מס הבלו המשולם על ידי הרכבים היעילים ביותר במשק, וזאת על מנת למנוע מצב של מיסוי יתר של הרכב החשמלי ביחס למס הבלו המוטל בפועל על רכבים אלו. כך למשל, צריכת הדלק של הרכבים באחוזון ה-20 מתוך כלל רכבי הבנזין המיובאים לישראל (לרבות היברידי רגיל) משנות ייצור 2021-2023 היא 19 ק"מ לליטר; מכאן שהבלו המשולם על ידי רכבים אלו הוא כ-17.4 אג' לק"מ.

את התועלות היחסיות של הרכב החשמלי (כ-3 אג' לק"מ, ומעט פחות מזה ביחס לרכבים היעילים ביותר) ניתן לשקף באמצעות הפחתת המס בהיקף זה, וכך לקבל מס בגובה כ-15 אג' לק"מ. יש להדגיש כי מעבר להטבה השוטפת, הרכב החשמלי נהנה מהטבות נוספות במס קניה ובאגרת רישוי אשר ערכן הכולל עולה בהרבה על תועלות אלו (3 אג' לק"מ לאורך כלל חיי הרכב שקול לסך של כ-6,700 ₪, שעה שסך ההטבות כיום במס קניה ואגרת רישוי נאמדות בכ-35,000 ש"ח). גם לאחר השלמת יישום מתווה מס הקניה לרכבים חשמליים, כך שרכב חשמלי ימוסה בהתאם לאותם עקרונות כמו רכב בנזין, רכב חשמלי יינה מההטבה המקסימלית לפי מנגנון 'ציון ירוק', ועל כן כלל הטבות המס לשימוש ברכב עולות על החיסכון בעלויות חיצוניות גם לאחר החלת מס נסועה בגובה זה.

בטווח הארוך יותר, לאחר הצטברות די ניסיון בגביית המס, ניתן יהיה להרחיב את המס לכלל הרכבים הפרטיים, ולא רק רכבים חשמליים (תוך הפחתת ערכו מערך מס הבלו על מנת למנוע כפל מס), באופן שיאפשר קביעת מס שיהיה בהתאמה טובה יותר לעלויות החיצוניות כפי שתוארו במסמך זה (הרחבת המס לכלל הרכבים תסיר את המגבלה הנובעת מהחשש למיסוי יתר של רכבים חשמליים ביחס לרכבי בנזין יעילים, ואולם היא איננה אפשרית בטווח הקצר נוכח המורכבות התפעולית והסיכון הפיסקאלי).

לצד הנימוקים להטלת מס נסועה כפי שנדונו בהרחבה במסמך זה, הטלת המס עשויה להקטין את האטרקטיביות של רכישת רכב חשמלי מבחינה צרכנית, שכן אחד היתרונות של רכב חשמלי כיום מבחינת הצרכנים הוא החיסכון בעלויות הדלק, שחלק ממנו נובע מאי-תשלום בלו. לכאורה, ככל שהתועלות של הרכב החשמלי מכומתות ומקבלות ביטוי מלא במיסוי (ביחס לרכבי בנזין), ניתן לטעון שלא נדרשת מדיניות ממשלתית נוספת בצד המיסוי והתמריצים הכלכליים להגדלת קצב החזירה של הרכב החשמלי (להבדיל מהיבטים של פיתוח תשתיות). בנוסף, הצפי המקובל בעולם הוא שתוך מספר לא רב של שנים מחירי הרכבים החשמליים ישתוו למחירי רכבי הבנזין, כך שיהיו אטרקטיביים מבחינה צרכנית ללא תלות בכל הטבת מס, כאשר כבר כיום ישנם בשוק דגמים אשר אינם נדרשים לכל מכלול ההטבות על מנת להתחרות מול רכבי בנזין. ואולם, בהינתן יעדי הממשלה להפחתת פליטות גזי חממה והמקום שחדירת רכב חשמלי נועד למלא במסגרת המאמצים להשגתם, וכן נוכח היותו של שוק הרכב החשמלי עדיין שוק מתפתח (למשל בהיבטים הנוגעים להקמת תשתיות טעינה שלא עבור חניה בבית פרטי), יש מקום בשלב זה גם לבחינת התאמות במתווה המיסוי כך שהפגיעה בהיקפי חדירת הרכב החשמלי על חשבון רכבי בנזין תהיה מתונה ככל הניתן.

## פרק 5: תשתיות חשמל וטעינה

כפי שפירטנו מעלה, סוגיית עמדות הטעינה ותשתית החשמל הנדרשת בעבור כניסת רכב חשמלי חורגת מגבולות המסמך הנוכחי, אשר עוסק בעיקרו בשיקוף עלויות הנסיעה באמצעות מערכת המס. עם זאת, בחלק זה נציג בקצרה את האתגרים העיקריים בתחום תשתיות החשמל העומדים בפני כניסת רכב חשמלי כפי שאלו עולים מתוך עבודות שנעשו בתחום ומתוך עבודות צוות בין משרדי אשר סקר את הנושא במהלך המחצית השנייה של שנת 2022.

### ייצור והולכת חשמל

ישנן מגמות שונות אשר משפיעות על הגידול בצריכת החשמל. גאלו, במאמרו " תחזית ארוכת טווח לביקוש לחשמל במשק הישראלי" משנת 2017, מצביע על משתנים שונים המשפיעים על הביקוש לחשמל: המשתנה העיקרי המשפיע על הגידול הוא גידול בתוצר, כאשר משתנים אחרים המשפיעים בצורה פחותה הינם מבנה המשק (תעשייה ושירותים), מחירו היחסי של החשמל, ומשתנים טכנולוגיים/התנהגותיים כמו היקף חדירת המזגנים (גאלו, 2017). עם זאת, תחזיות אחרות, כמו גם גאלו עצמו, מצביעים על ההשפעה אשר עשויה להיות לחשמול משמעותי של מגזר התחבורה, אשר לא נבחנו במסגרת המאמר.

חשמל ודלקים לתחבורה מהווים את החלק הארי של צריכת מוצרי אנרגיה סופיים בישראל. לפי נתוני הלמ"ס, נכון לשנת 2020 צריכת החשמל מהווה 35% מסך הצריכה הסופית של אנרגיה במשק, בניזין לרכב מהווה 19% וסולר מהווה 17%. לפיכך, המעבר מתחבורה מונעת דלק לתחבורה מונעת חשמל, אשר מתרחש בשל החלטות רגולטוריות ושינויים טכנולוגיים, צפוי להביא לגידול משמעותי בצריכת החשמל על חשבון דלקים אחרים. לפי תחזית BDO, (הרצוג, 2021) פרויקט החשמול של רכבת ישראל מסולר, הגידול הצפוי בהיקף הנסיעה של רכבות קלות, המעבר לאוטובוסים חשמליים והמעבר לרכב פרטי חשמלי צפויים, להביא לגידול של כולל כ-6.5 TWH בצריכת החשמל בשנת 2030 – תוספת של כ-6.7% לתחזית הביקוש לחשמל ביחס להערכת בנק ישראל. גם בהתאם למאמרים אחרים, ביניהם של רשות החשמל, תחזית הביקוש המיוחסת לרכבים חשמליים ואוטובוסים חשמליים בלבד בשנת 2030 נעה בין 4.5 ל-5.2 TWH.<sup>28</sup>

ההשפעה של כניסת התחבורה החשמלית על מערכת ייצור והולכת החשמל איננה נוגעת רק לסך הביקוש לחשמל, אלא גם לשיא הביקוש המשקי ולמיקום הצריכה. כיוון שמערכת הייצור וההולכה מתוכננת על מנת לתת מענה לשיא הביקוש, להשפעה זו יש השפעה משמעותית על היקף ההון אשר נדרש להקים ועל היכולת לתת מענה לביקושים.

בשל מאפייני השימוש והטעינה של רכב חשמלי, ללא ניהול הביקושים לטעינה שיא הביקוש המשקי עלול לגדול בהיקף בין כ-830 (רשות החשמל, 2022) לכ-2000 מגה וואט, (גל, וינשטוק, & רשף, 2021) היקף אשר בעבור יצורו נדרש היקף הספק השווה ערך לכשלוש תחנות כח חדשות. לעומת זאת, ככל ויהיה ניהול ביקושים, ניתן לצמצם משמעותית את השפעת כניסת התחבורה החשמלית על ההון במשק, כאשר

<sup>28</sup> (גל, וינשטוק, & רשף, 2021), (רשות החשמל, 2022)

ההערכות הן שבניהול ביקושים נכון מבוסס איתותים כלכליים ניתן להסיט חלק ניכר מהביקושים לשעות אחרות כך שהגידול בשיא הביקוש יהיה בין 170 ל- 200 מגה וואט בלבד.<sup>29</sup> עם זאת, ניהול ביקושים ברמה המשקית דורש היערכות רחבת היקף: נכון לשנת 2021 למרביתם המוחלט של הצרכנים בישראל – 90%, ובפרט הצרכנים הביתיים, יש מונה רגיל, אשר אינו מאפשר מעבר לתעריף דיפרנציאלי מפוקח או למספקים פרטיים, אשר מציעים תעריפים דיפרנציאליים בחלקם גם הם.<sup>30</sup> בנוסף, כיום הרגולציה לא דורשת מצרכנים קטנים לצרוך על סמך תעריף משתנה: רף החובה לצרוך בהתבסס על תעריפי תעו"ז? הינו 40,000 קוט"ש שנתי, פי חמש מהצריכה השנתית הממוצעת למשק בית.<sup>31</sup> חלק ניכר מצריכת החשמל עבור טעינת רכבים צפויה להתווסף לצריכה הביתית. צריכת רכב אחד צפויה להגדיל את הביקוש לחשמל בכ- 40%, אך ככל ורף התעו"ז לא ישתנה, הטעינה לא תושפע ממחירים משתנים על בסיס שעתי.

כניסת הרכב החשמלי צפויה להיות משמעותית יותר בשלב הראשון במרכז הארץ, וזאת בשל החלפת רכבים תכופה יותר בישובים במרכז הארץ והיקף רכבים גדול יותר למשק בית (גל, וינשטוק, & רשף, 2021). לפיכך, הדבר יביא לגידול נוסף בצריכת החשמל במרכז הארץ, אשר בלאו הכי צורכת היום היקף משמעותי מצריכת החשמל ואילו חלקה ביצור מועט. מתן מענה לביקוש במרכז הארץ הוא אתגר משמעותי העומד בפתחי הממשלה, אשר נסקר בין השאר על ידי רשות החשמל (רשות החשמל, 2021), בבסיס החלטת ממשלה 211 בנושא אספקת חשמל לגוש דן מיום 1 באוגוסט 2021, ובדיוני הועדה לתשתיות לאומיות, וזאת בשל חוסר בהיצע לתחנות כח מאושרות באזור המרכז וגוש דן בפרט, ובשל קשיים בקידום הולכה לאזור זה בהתאם לקצב הגידול בביקוש.

הייחוד בשינויים אלו הוא הקצב המהיר של כניסת הרכב החשמלי ולפיכך זמן ההיערכות הקצר. כל אחד מהאתגרים המצוינים לעיל דורש נקיטת פעולות היערכות על ידי הממשלה:

1. הגידול בסך החשמל הנצרך דורש בחינה של מצאי התשומות המשמשות ליצור חשמל בישראל: עתודות הגז הטבעי המשמשות את המשק הישראלי, וההספק המותקן הנדרש בעבור אנרגיה מתחדשת. לדוגמא, גידול של 6.7% בביקוש לחשמל,<sup>32</sup> בהתאם ליעדי הממשלה לאנרגיה מתחדשת וגז טבעי, מגדיל את הביקוש לגז באותה שנה ב-1 BCM, ודורש תוספת של כ-1,050 מגה וואט מותקן של אנרגיה סולארית, אשר דורשים עד 10,500 דונם של שטח לאנרגיה מתחדשת.<sup>33</sup>
2. על מנת לצמצם את ההשפעה על שיא הביקוש נדרש לבחון את האפשרות להאיץ את קצב פריסת המונים החכמים במשק הישראלי או לחלופין לבחון שינויים ברגולציה ובאופן הפריסה באופן שיצמצם משמעותית את היקף עמדות הטעינה אשר אינן חשופות לתעריף דיפרנציאלי. בנוסף, בשל משך הזמן הרב שלוקח להקים תחנת כח, מומלץ להעריך באמצעות יצירת עתודה תכנונית של תחנות כח מאושרות אשר יוכלו לקום במהירות במידת הצורך, ובנוסף להשלים את הקמת תחנות הכח הנדרשות להקמה בהתבסס על טיוטת תכנית הפיתוח אשר פורסמה לשימוע ציבורי. (נגה, 2022)
3. האמצעים להתמודדות עם גידול בביקוש לחשמל באזור המרכז דורשים פיתוח משמעותי של רשת ההולכה, בהתאם להמלצות מנהל המערכת במסגרת טיוטת תכנית הפיתוח. (נגה, 2022)

<sup>29</sup> (רשות החשמל, 2022), (גל, וינשטוק, & רשף, 2021)

<sup>30</sup> צרכני חח"י וחמ"י, מבוסס על נתוני רשות החשמל, 2022: דו"ח משק החשמל 2021

<sup>31</sup> אמת מידה 31, ספר אמות המידה של רשות החשמל.

<sup>32</sup> בהתאם לתחזית BDO

<sup>33</sup> בהתבסס על תחשיבי רשות החשמל, בחינת עלות תועלת ליעדי מתחדשות לשנת 2030. תוספת ההספק חושבה בהנחה כי מלוא ההספק יוקם באנרגיה סולארית.

## רשת החלוקה

כניסת הרכב החשמלי לא משפיעה רק על מערכת היצור והמסירה הארצית, אלא יש לה השפעה משמעותית גם על מערכת החלוקה המקומית, בפרט באזורי מגורים, שכן חלק ניכר מהביקוש לטעינת רכבים הוא באזורי מגורים ואף בבנייני מגורים עצמם. על פי מחלקת האנרגיה האמריקאית, 80% מהצריכה צפויה להיות במתחמי מגורים, וזאת בשל הנוחות והמחיר הנמוך של הטעינה הביתית.<sup>34</sup> הגם שיתכנו סיבות שיביאו לשוני בין התפלגות הטעינה במדינות שונות, כמו שיעור החניות הצמודות או זמינות עמדות טעינה, הרי שניתן להניח שהנוחות והמחיר הנמוך יותר יובילו לכך שחלק ניכר מהטעינה יעשה בשכונות מגורים גם בישראל.

כיוון שהיקף תחלופת הרכבים ורכישת רכבים חדשים גבוהה יותר באזור המרכז, כפי שפירטנו מעלה, צריכת החשמל לא תהיה אחידה בין אזורים שונים בישראל. לפיכך, יתכן כי גם אם בכל ישראל שיעור החדירה מתוך מצבת כלי הרכב יגיע עד 28% בשנת 2030 (הרצוג, 2021), הרי שבשכונות מסוימות שיעור זה עשוי להיות גבוה מ-60%, בשל קצב החלפה גבוה יותר בשכונות אלו, ובכל מקרה כניסת הרכבים צפויה להיות מוקדמת משמעותית.<sup>35</sup>

טעינה לא מנוהלת צפויה להעמיס על שנאי החלוקה, ובהתאם לכך להעמיס על רשות החלוקה כולה. לפי ניתוח שערכו גל, ויינשטוק ורשף, בתרחיש של-50% חדירת רכב חשמלי וללא ניהול טעינה, תהא תוספת של כ-95 קילו-ואט לשנאי חלוקה, אשר עומדת על כ-15% מהספק השנאי, ובתוספת של כ-60-50 קילו-ואט לשנאי חלוקה בשיא הביקוש במקרה של 30% חדירה לא מנוהלת, כ-10% מהספק השנאי.<sup>36</sup> לעומת זאת, טעינה מנוהלת צפויה להביא להפחתת ההשפעה על רשת החלוקה באמצעות הסטת ביקושים משעות השיא, ויכולה להביא להפחתה משמעותית בהשפעה על הרשת. עם זאת, יש לציין כי קיימת מורכבות בניהול הטעינה ברשת החלוקה באמצעות מערכת המחירים הארצית, שכן אין זהות מלאה בין העומס הארצי לעומס המקומי. לפיכך, בנוסף לתעריף דיפרנציאלי המשקף את העלות הארצית של החשמל, רשות החשמל מציינת כי יש חשיבות גבוהה בניהול טעינה פנימי של הבניין או מקבץ עמדות הטעינה, בהתאם למגבלות על גודל החיבור.

בכל מקרה, תוספת עמדות טעינה, הן ביתיות והן ציבוריות דורשת השקעה משמעותית ברשת החלוקה והתאמתה לפרופילי הטעינה. במונחי השנאה, הרי שנכון לשנת 2021 קיימים כ-52,847 שנאי חלוקה, ונוספים כ-672 שנאים בשנה בממוצע.<sup>37</sup> תוספת של 10% השנאה עד 2030 משמעותה תוספת של כ-5,900 שנאי חלוקה עד שנת 2030 מעבר לגידול הטבעי. טעינה מנוהלת גם היא תדרוש עדיין תוספת משמעותית של השנאה, הגם אם פחותה, וזאת הן בשל הנחה כי חלק מהצריכה תעשה עדיין בשעות השיא, והן בשל הקמת עמדות טעינה חדשות בחניונים ובמרחב הציבורי.<sup>38</sup>

<sup>34</sup> (Blonsky, Michael, Munankarmi, & Balamurugan, 2021)

<sup>35</sup> על פי נתוני למ"ס כפי שצוטטו ב: (גל, ויינשטוק, & רשף, 2021), מעל 60% מהרכבים באזור מגורים מרכזי מאוד הם בגיל ממוצע של 7 שנים ומטה. לפיכך, בתקופה של השנים 2023 עד 2030, לפיכך קצב התחלופה הגבוה ישפיע על המלאי באזורים אלו בקצב מהיר יותר

<sup>36</sup> ראה ניתוחים להשפעת התוספת בביקוש לעומס על שנאי: (גל, ויינשטוק, & רשף, 2021), (רשות החשמל, 2022)

<sup>37</sup> נתוני דו"ח משק החשמל, 2021, רשות החשמל.

<sup>38</sup> מדיניות להקמת עמדות טעינה בחניונים ציבוריים מעודדת כיום על ידי הממשלה באמצעות קולות קוראים שהוציא משרד האנרגיה: סך של 69.28 מל"ח בין השנים 2018-2022.

לפי רשות החשמל, בהתאם למחקר של BCG עולה כי תדרש השקעה של בין 1,700 ל-5,800 דולר לרכב בשדרוג הרשת. (רשות החשמל, 2022) אך השקעה זו לא רק תייקר את תעריף החשמל, אלא עומדת בפני אתגרים משמעותיים, שכן היא נדרשת להעשות בחלקה בשטחים מבונים ובשכונות ותיקות. דוגמא לקושי בהתאמת רשת החלוקה לעמדות הטעינה ניתן לראות בקצב הביצוע של עמדות הטעינה שזכו בקול הקורא שהוציא משרד האנרגיה בשנת 2018 לתמיכה בהקמת עמדות טעינה. מתוך 29.53 מיליוני ₪ שהוקצו במסגרת הקולות הקוראים שפורסמו בשנת 2018 חולקו עד כה 11.941 מלש"ח בלבד – 39.37% נתון זה מעיד על חסמי ביצוע משמעותיים, אשר חלקם מצויים בעיכוב לחיבור לרשת. אחת הסיבות לאתגר הוא קושי בהקצאת חדרי שנאים לחברת החשמל בשכונות ותיקות: בעוד במסגרת בניה חדשה חברת החשמל יכולה לדרוש הקמת חדר שנאים בבניינים, הרי שהוספת עמדות טעינה מגדילה את הביקוש בלי להגדיל את השטח הבנוי ובכך מערימה אתגרים על היכולת להוסיף יכולת השנאה.

גם הקצאת שטח ציבורי למטה עומדת בפני אתגר: ראשית, חדרי שנאים לא נחשבים צרכי ציבור כמשמעם בסעיף 188 (ב) (1) לחוק התכנון והבניה, ולפיכך לא ניתן להפקיע עבורם קרקע.<sup>40</sup> שנית, בחלק מהיישובים קיימת תכנית מתאר מחוזית או מקומית אשר אוסרת על הקמת חדרי שנאים בשטחים ציבוריים.<sup>41</sup>

לכך יש להוסיף את האתגרים האחרים העומדים בפני רשת החלוקה בכללותה: שיעור משמעותי מיצור החשמל בשנים הקרובות צפוי לקום ברשת החלוקה ולא בהולכה כבעבר, וזאת בשל מגמת הביזור של היצור המושפעת בעיקרה מהאנרגיה המתחדשת. לפיכך, חלק משמעותי מהמשאבים של חברת החשמל מופנים להתאמת הרשת ולקליטת המתקנים; רשות החשמל הציבה לחברת החשמל יעדים להעלאת רמת האמינות ברשת החשמל, באמצעות הפחתת שיעור דקות אי האספקה הנובעות מרשת החלוקה בכ-30%, וזאת לאחר שנים של עלייה בהיקף החשמל הבלתי מסופק; פרויקטי הסעת המונים המוקמים כיום דורשים העתקות תשתית וחיבורים רבים בלוח זמנים מאתגרים. בנוסף, חברת החשמל מעידה על קשיים ועיכובים משמעותיים בתהליך העבודה, וזאת בין היתר בשל היקף התיאומים הנדרשים לביצוע לפני כל פעולה, ובשל הסדרי כניסה למקרקעין מחמירים יחסית לשאר המשקים.

בין הצעדים המוצעים על מנת להתמודד עם אתגרים אלו, ניתן למנות את הבאים:

1. מוצע להגביל את נקודות החיבור לבנייני מגורים, וזאת על מנת להביא לניהול מקומי בהתבסס על מגבלת החיבור, ובמידת האפשר להפריד בין החיבור הזה לחיבור הציבורי. (גל, וינשטוק, & רשף, 2021) נכון להיום רשות החשמל מאפשרת חיבור אחד נוסף יעודי בלבד לרכבים חשמליים לבניין משותף מעבר לחיבור הציבורי הקיים של ועד הבית. עם זאת, נכון להיום אין מגבלה על חיבור לחיבור של דירה פרטית<sup>42</sup>
2. תכנון רשת חלוקת החשמל בהתאם לתחזית חדירת הרכב החשמלי, בפרט בשכונות חדשות.
3. מוצע לאפשר הפקעת שטחים בעבור חדרי שנאים כך שרשויות מקומיות יוכלו לספק עבור חברת החשמל את החדרים ולהסדיר את היחסים הכלכליים בין חברת החשמל למי שמקצה עבורה חדר שנאים. יצוין כי במסגרת טיוטת התכנית הכלכלית לשנים 2023-2024 שולבה הצעה אשר מאפשרת הפקעת קרקע בעבור חדר שנאים. כמו כן, במסגרת שימוע ציבורי אשר פורסם על ידי רשות החשמל

<sup>39</sup> נתוני אגף התקציבים, 2023

<sup>40</sup> חוק התכנון והבניה, תשכ"ה-1965

<sup>41</sup> בהתאם לשיחות עם חברת החשמל

<sup>42</sup> החלטה - 61904 הוספת פרק ב'1- חיבור חדש לרשת החשמל בחטיבת קרקע, רשות החשמל



15 במאי 2022, הוצע שינוי מנגנון אשר קובע תעריף שישולם לבעלי חדר שנאים, וכן קובע כי חברת החשמל תשכיר חדרי שנאים ולא תהיה הבעלים שלהם.

4. יש להתייחס לאתגרים אשר הוצגו לעיל במסגרת תכנית הפיתוח לרשת החלוקה שתוגש לשרים לאישור על ידי חברת החשמל.

### עמדות טעינה במרחב הציבורי

אחד האתגרים העומדים בפני המשק הינו פריסת עמדות טעינה במרחב הציבורי. במסגרת סקר צרכנים פוטנציאליים שערך משרד האנרגיה בשנת 2018 בקרב 1290 מורשי נהיגה, ל-40% מהנהגים לא הייתה חניה פרטית. שיעור זה צפוי לעלות עם שינויים בתקני החניה הנובעים ממדיניות תכנון תומכת בניה רוויה<sup>43</sup>. בנוסף, סוגיית הפריסה הארצית עלתה כאחד החסמים העיקריים בפני קליטת רכבים חשמליים, (משרד האנרגיה, 2018) וזאת בין היתר בשל "חרדת טווח" המייצרת רתיעה מהחזקת רכב חשמלי.

היחס בין מספר עמדות הטעינה למספר הרכבים החשמליים משתנה משמעותית בין מדינה למדינה ובהתאם לנתח השוק של הרכבים באותה מדינה. כך, בנוורווגיה יש נכון לשנת 2021 כ-35 רכבים חשמליים על עמדת טעינה ציבורית, ואילו בהולנד היחס הוא של כ-5 רכבים לעמדה. אחד המדדים הנפוצים הינו יחס הספק עמדות מותקן לרכבים, קרי KW לרכב חשמלי, וזאת על מנת לשכלל הן עמדות איטיות והן עמדות מהירות. לפי מסמך של ה IEA בנושא, קשה להצביע על יחס נכון של KW עמדות טעינה לרכב, וזאת כיוון שיחס זה מושפע ממשתנים רבים כמו למשל מאפייני שוק המגורים המקומי, המרחק הממוצע לנסועה וצפיפות אוכלוסין. (IEA, 2022)

כך, גם בישראל פריסת העמדות האופטימלית עשויה להיות שונה בין אזור לאזור בהתאם למשתנים שונים, כאשר שיעור החניות הצמודות משתנה בין ערים שונות.

עם זאת, קיימת הצעת רגולציה אירופאית אשר מנסה לקבוע סטנדרט מינימלי אחיד של פריסת עמדות טעינה במרחב הציבורי (Alternative Fuels Infrastructure Regulation – AFIR): על פי הצעת הנציבות האירופית, כל מדינה באיחוד תידרש להעמיד הספק טעינה במרחב הציבורי בהיקף השקול ל-1 קילוואט לכל רכב חשמלי (0.66 קילוואט לכל רכב פלאג-אין), וזאת לצד הגדרה מפורטת יותר של הספקי טעינה נדרשים בטווחי מרחקים מוגדרים לאורך עורקי תנועה ראשיים ברחבי האיחוד. יש לציין שהפרלמנט האירופאי מציג הצעה מחמירה יותר, לפיה בעוד היחס הסופי נותר זהה (1 קילוואט לרכב), הרי שבמדינות בהן שיעור חדירת הרכבים החשמליים הוא נמוך, יהיה יחס גבוה יותר של הספק טעינה לרכב, עד שתושג עלייה בשיעור החדירה<sup>44</sup>. הנושא נמצא כיום בדיונים בין מוסדות האיחוד האירופי לקראת קבלת החלטה סופית בנושא.

<sup>43</sup> כך לדוגמא, הועדה המקומית לתכנון והבניה בעיריית תל אביב יפו אישר הפחתת תקן החניה במבנים חדשים 0.55 וול 0.8 חניות באזורים שונים. כמו כן, קיימות תקנות התכנון והבניה (התקמת מקומות חניה), תשמ"ג - 1983 מאפשרות לרשות מקומית לפטור מבנה מהקצאת חניה והכשרת חניה ציבורית במקום.

<sup>44</sup> : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX%3A52021PC0559>

יש לציין כי עמדות טעינה במרחב הציבורי אינן בהכרח עמדות במימון ציבורי, אלא עמדות אשר הגישה אליהן פתוחה לציבור: ההנחה היא כי עם כניסה מסיבית של רכבים שיעור המימון הציבורי הנדרש יוכל לפחות משמעותית. בנוסף, חלק מהעמדות לא נדרשות למימון כיוון שהן מבוססות מודלים כלכליים אשר מחזיקים עצמם, כמו למשל שילוב עם מסחר, או כי הן מתבססות על דרכים אחרות להבטיח כדאיות כלכלית, כמו הבטחת רישיון או זיכיון בלעדי לטעינה במקום או אזור מסוים. כמו כן, יש לציין כי לא כל המימון הציבורי נעשה בהכרח על ידי הממשלה, כאשר יתכן שחלק ממנו יעשה על ידי רשויות מקומיות. עם זאת, לפי הערכות שהוצגו במסגרת מסמכי הרקע להצעת הרגולציה האירופאית שהוזכרה לעיל, גובה ההשתתפות הציבורית באירופה במימון עמדות טעינה נע בין 30% ל-60% מהעלות, בהתאם למדינה ולסוג העמדה, בין אם במענק או תמיכה ובין אם בהטבות מס, כאשר ההערכה המצויה במסמכי הרקע היא של כ-40% מימון ציבורי בשלב הראשון ופוחת עד כ-10% בשלב השני..

בהתאם ליעדי משרד האנרגיה לחדירת רכב חשמלי, מימוש הדירקטיבה האירופאית כלשונה ידרוש כמיליון KW עמדות טעינה עד שנת 2030 בהתבסס על הערכות רשות החשמל ומשרד האנרגיה, העלות לקילו ואט הינה כ-2,000 ש"ח לקילו ואט בעמדה ציבורית. בהתבסס על חזירה של 950 אלף רכבים עד 2030,<sup>45</sup> העלות הכוללת מוערכת בהתאם לאמור בכ-1.9 מיליארד ₪. לצד הצורך בהסדרה ממשלתית ויתכן אף תמיכה ציבורית בשלב הראשון, ההנחה היא שבטווח הארוך השוק צפוי להיות כלכלי בשל גידול בביקושים, זאת בדומה לשוקי שירותים אחרים. אשר המימון הציבורי בה יכול להגיע עד 760 מלש"ח עד שנת 2030. עם זאת, יש לציין שכאמור לעיל, יש גורמים שונים המשפיעים על יחס העמדות לכמות הרכבים, ויתכן שהמאפיינים הייחודיים לישראל יביאו לתוצאה שונה. כמו כן, יצוין כי ככל והיקף החזירה יהיה גבוה יותר, כך המעורבות הממשלתית נדרשת להיות מופחתת<sup>46</sup> ולפיכך יתכן כי היקף ההשקעה הציבורית גם הוא יוכל להיות מופחת עם התבססות השוק בישראל, באופן הדרגתי.

אתגר נוסף משמעותי בפריסת עמדות טעינה ציבוריות הינו סוגיית התחרותיות והפקעת מחירים. קיים חשש כי חברות טעינה ישתלטו על מרחבים שלמים או על מיקומים אסטרטגיים, וכך ישיגו כח שוק. כמו כן, קיים חשש לזיקות אנכיות משלימות, אשר יביאו לשימוש בכח שוק בעמדות טעינה לצורך יצירת יתרון תחרותי במקטע אחר, כמו לדוגמא: יבואני רכב או יצרני רכב וחברות אספקת אנרגיה המחזיקים עמדות בלעדיות ובכל מייצרים יתרון משמעותי ליבואן או לספק חשמל מסוים גם בתחומים אחרים.<sup>47</sup>

בין הצעדים המוצעים בהיבטי פריסת עמדות טעינה ציבוריות:

1. יצירת תכנית ארוכת שנים לפריסת העמדות המבוססת על המאפיינים הייחודיים של ישראל תוך ייעול השימוש בתקציב ציבורי ומציאת מקורות וכלים נוספים למימון התשתית
2. ביטול הפטור מרישיון לעמדות טעינה על מנת לאפשר יצירת רגולציה על ספקי שירותי טעינה וכן, ככל שניתנות תמיכות לעמדות טעינה, מוצע כי תמיכות אלו יותנו בתנאים אשר יטיבו עם הציבור ויפחיתו את כח השוק של מחזיק העמדה לטווח הארוך.

<sup>45</sup> תרחיש האמצע לפי רשות החשמל (רשות החשמל, 2022)

<sup>46</sup> נתוני הכלכלן הראשי בהתבסס על: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX%3A52021PC0559>

<sup>47</sup> מתוך מצגת של רשות התחרות, כפי שזו הוצגה בצוות בין משרדי לבחינת סוגיות תחרותיות בעמדות טעינה, נובמבר 2022.

3. מוצע לבחון חיוב גישה חופשית לכל בעלי רכב לעמדת טעינה וכן אמצעים נוספים על מנת למנוע שימוש בכח שוק כדי להביא ליתרון תחרותי משמעותי ביבוא רכבים או באספקת אנרגיה .
4. גל ויינשטוק ורשף מציעים במאמרם להביא למחיר טעינה תחרותי באזורים מסוימים באמצעות אחד מהשניים:
  - א. מתן אישור הקמה כתלות בתעריף המוצע לצרכים.
  - ב. ריבוי ספקי טעינה בכל אזור באופן שימנע יצירת מונופולים מקומיים.

### עמדות טעינה פרטיות

פריסת העמדות במרחב הציבורי מאפשרת למי שמחזיק רכב ואין ברשותו חניה פרטית לעבור לרכב פרטי וכן מאפשרת התמודדות עם חרדת הטווח של בעלי רכבים חשמליים. עם זאת, חלק ארי מהטעינה תעשה במקומות חנייה יום יומיים, כאשר הבולטים ביניהם הם מקום המגורים, אשר בהתאם להערכות מחלקת האנרגיה האמריקאית משמש לכ-80% מהטעינה. הגם שישראל שונה בדפוסי החניה שלה מארצות הברית, אשר מאופיינת בריבוי בתים עם חניה צמודה (בדומה לנוווגיה), ניתן להניח שמי שהדבר מתאפשר לו יעדיף את אפשרות זו. גם בסקר הצרכנים שערך משרד האנרגיה בשנת 2018 עולה כי אי אפשרות להתקין עמדה בבית מהווה חסם משמעותי בפני מעבר לרכב חשמלי, כאשר כ-45% מהנשאלים הציגו אותו כחסם בעל חשיבות גבוהה.

טעינה בבית היא שינוי משמעותי מההרגל אשר שגור בחברה לתדלוק רכבים, ועם זאת, הטעינה בבית מדגישה את היתרונות של רכב חשמלי, שכן הטעינה בחניה הביתית זולה יותר מהטעינה בעמדה ציבורית, ומתמודדת עם החסרונות של רכב חשמלי, ובראשן זמן הטעינה הארוך, אשר טעינה בבית מפחיתה את חוסר הנוחות הנובעת ממנו.

לצד אתגרי רשת החלוקה אשר מקשים על הוספת עמדות טעינה במרחב עירוני, אתגר עיקרי העומד בפני טעינת רכבים בבית בישראל היא החלק הניכר של ישראלים הגרים בבתים משותפים. כ-86% מהישראלים גרים בבתים משותפים (לרבות בתים דו-משפחתיים), אשר ברובם תשתית החשמל הציבורית בהם היא משותפת. יתרה מזאת, כפי שצוין מעלה, קיים יתרון בחיבור כלל הצרכנים לחיבור ציבורי שכן הדבר מפחית את מקדם ההתלכדות של הצריכה ועשוי להביא לחסכון משמעותי בפיתוח הרשת הנדרש.

עם זאת, יצירת ושינוי תשתיות משותפות ובפרט השימוש בחיבור משותף מהווה אתגר בעולם הקניין, בדומה לפעולות רבות שנעשות ברכוש משותף: בעלי הבתים המשותפים נדרשים כיום להסכמה רחבה על מנת לקבל החלטה על מימון והתקנת תשתית, על מנת לקבוע את אופן ההתחשבות על הטעינה ואת הכללים הנוגעים לתפעול ותחזוקת המתקנים ולהשפעתם על חלקים אחרים בבית המשותף. אתגר נוסף הוא ההדרגתיות בחדירת הרכב בתוך הבית: לעומת שינויים רבים בבית משותף, אשר נעשים בבת אחת על ידי כלל דיירי הבית אשר יכולים להיות מוטבים מהפעולה, הרי שחדירתו ההדרגתית של הרכב החשמלי מייצרת חסם שכן מחד, יצירת תשתית משותפת אחת היא פעמים רבות זולה יותר ומייצרת הפרעה פחותה לחיי הדיירים; מאידך, בעלי בתים שאין ברשותם רכב חשמלי ולא מתכננים רכישת רכב

חשמלי בעתיד הקרוב עלולים להתנגד לשאת בעלויות הנדרשות לצורך התאמת המבנה (או לכל הפחות – לגלות עניין מועט בקידום הנושא).

נכון להיום אין עיגון בחוק של שיעור ההסכמה והמנגנונים החלים על החלטות הנוגעות להקמת תשתית לרכב חשמלי במסגרת חוק המקרקעין, תשכ"ט – 1969. קיימות פסיקות שונות של מפקחים על הבתים המשותפים בנוגע להיקף ההסכמה הנדרש בהקמת עמדת טעינה ובאשר לשאלה האם העברת תשתית ברכוש המשותף, גם אם היא מחוברת למונה פרטי של דירה, היא שימוש סביר. בשנים האחרונות נעשו מספר ניסיונות לעגן את הנושא בחוק, אך עד כה הדבר טרם צלח.

כמו כן, הקמת עמדות טעינה בבית משותף שלא נערך לכך מבעוד מועד במועד הקמת המבנה דורשת השקעה משמעותית בתשתית, המוערכת על ידי רשות החשמל בעלות כפולה מאשר העלות של יצירת התשתית במסגרת בניית הבניין. (רשות החשמל, 2022) רק לאחרונה תיקן שר הפנים תקנות אשר מחייבות הכנה לעמדות טעינה לרכבים חשמליים בבניינים חדשים, דבר אשר יפחית משמעותית את העלות של התקנת עמדה בודדת.<sup>48</sup>

סוגיה נוספת אשר עולה בקשר לבתים משותפים היא בעיית תחרותיות והגנה על הצרכן אשר נובעת ממאפייני התשתית וההתקשרויות, והקושי בהשגת הסכמות בבית משותף. הצורך בהשקעה ראשונית אשר פעמים רבות ממומנת על ידי יזם, כמו גם חסמי מעבר אינהרנטים לבית משותף בשל הצורך להגיע לרוב או להסכמה בקרב דיירי הבית על שינויים והעדר רגולציה בתחום, מייצרת חשש משמעותי ליצירת הסדרים ארוכי טווח עם מגבלות יציאה, ושימוש בכח שוק של מחזיקי התשתית לצורך הפקעת מחירים; זאת בדומה לשוק הגפ"מ הביתי, אשר יש בו מאפיינים דומים, וסובל בדומה מבעיות כאמור.<sup>49</sup>

בנוסף לעמדות טעינה בבנייני מגורים, גל ויינשטוק ורשף שמים דגש גם על התקנת עמדות במקום העבודה: הדבר נותן מענה הן לחסמים אשר זוהו למעבר לרכב חשמלי, והן למניעת התלכדות של הביקושים של רכב חשמלי עם הביקושים המשקיים, בשעות הערב. (גל, ויינשטוק, & רשף, 2021) עם זאת, יש לציין כי להקמת עמדות טעינה במקום העבודה יש חסרונות, בעיקר בכל הנוגע לתחבורה, שכן הדבר עלול לעודד יוממות באמצעות רכב פרטי.

בין הצעדים המוצעים בהיבטי פריסת עמדות טעינה בבנייני מגורים ובבנייני משרדים:

1. תיקון חוק המקרקעין בהתאם להצעה אשר משולבת כעת בטיוטת התכנית הכלכלית וכוללת מספר שינויים מהצעות קודמות שהונחו על שולחן הכנסת, הן פרטיות והן ממשלתיות. עיקר ההצעה היא הפחתת הרוב הנדרש ליצירת הסדר טעינה ראשוני, בין אם באמצעות חיבור יעודי ובין אם באמצעות חיבור ציבורי קיים, לרוב רגיל במקום הסכמה מלאה; קביעה כי לא תידרש הסכמה פוזיטיבית כלל לצורך חיבור עמדה למונה פרטי או לחיבור שכבר נקבעו בו הסדרי הטעינה הראשוניים; מתן אפשרות ליצירת הסדרי חניה אשר יאפשרו יעוד חניות לרכב חשמלי ברוב של שני שלישי; קביעת הסדרי ברירת מחדל להתחשבות וחלוקת עלויות; קביעה כי הבעלות על התשתית המשותפת היא של הבית המשותף וזאת כדי להפחית חסמי מעבר.

<sup>48</sup> תקנון התכנון והבניה (התקנת מקומות חניה) (תיקון), התשפ"ב - 2022  
<sup>49</sup> ראו למשל – מילרד, 2014.

2. הרחבת חובת הכנת התשתית הנדרשת לעמדות במבנים חדשים כך שיחול גם על מבנים שאינם למגורים. הדבר יעלה את זמינות העמדות במקומות העבודה ובחניונים. לצד זאת, מוצע כי תגובש מדיניות למיקום עמדות טעינה אשר תעשה בשיתוף עם משרד התחבורה כדי לבחון את השפעות המדיניות על הגודש והנסועה.

3. תחרותיות והגנה על הצרכן:

א. מוצע לצמצם את הפטור מרישיון לאספקת חשמל באמצעות עמדות טעינה כך שהחל משנת 2024 יידרש רישיון, וזאת כדי לאפשר רגולציה ופיקוח על טיב השירות על ידי רשות החשמל.

ב. גל, ויינשטוק ורשף מציעים לבחון את האפשרות להוסיף 2 חיבורים ייעודיים לבית משותף, וזאת במקום חיבור אחד, וכך לייצר תחרותיות בתוך הבית בין ספקים שונים.

ג. כיוון שיש מאפיינים שונים לבתים משותפים, מוצע לעקוב אחרי השוק הצומח, לספק הדרכה ובמידת הצורך לבחון רגולציה על ספקי עמדות הטעינה כך שיצומצמו חסמי המעבר האפקטיביים ובכל ימנע שימוש מופרז בכוח שוק.

## נספח א': חישובי עלויות חיצוניות של כלי רכב פרטיים

בנספח זה יוצגו כלל חישובי העלויות החיצוניות מרכב פרטי אשר נדונו במסמך, לרבות הפנייה למקורות השונים ששימשו לשם כך. מספר נקודות חוזרות ברבים מהחישובים:

- החישובים בנוגע לרכבי בנזין מתייחסים לרכבים חדשים (המתחרים ברכבים חשמליים), ובפרט מניחים צריכת דלק של 17 ק"מ לליטר - צריכת הדלק החיצונית המדווחת על ידי יצרני הרכב לפי שיטת WLTP עבור רכבי בנזין (כולל היברידי רגיל) בשנות ייצור 2021-2023 שיובאו לישראל, לפי נתונים המפורסמים על ידי משרד התחבורה<sup>50</sup>.
- אומדן לצריכת החשמל של רכב חשמלי היא 0.17 קוט"ש לק"מ – אומדן הנמצא במרכז טווח הערכים המדווח עבור דגמי רכבים חשמליים שונים (אין בידינו פרסום רשמי בנושא).
- חישובים רבים מתבססים, לפחות חלקית, על מתודולוגיה ו/או נתונים מתוך דו"ח אירופי מקיף בנושא עלויות חיצוניות של אמצעי תחבורה - *Handbook on the external costs of transport, Version 2019 -1.1*<sup>51</sup>.
- ערכי העלויות עבור גזי חממה, זיהום אוויר, ורעש (השפעות חיצוניות בהם מתקיים יתרון לרכב החשמלי) מוצגים גם במונחי מחירי 2023 וגם במונחי 2030. זאת על מנת לאפשר מחד השוואה אל מול מיסוי הרכבים הקיים כיום (מחירי 2023), ומאידך לאפשר זיהוי של פער העלויות בין רכב חשמלי לרכב בנזין חדש גם במבט לשנים הבאות – אשר אולי רלוונטי יותר לקביעת המדיניות העתידית בנושא. אופן עדכון העלויות מתבסס על פרסומי המשרד להגנת הסביבה.

גזי חממה

### 1. רכב בנזין

הנחות:

- רכב חדש, צריכת דלק של 17 ק"מ לליטר.
- פליטות פחמן דו-חמצני (פד"ח) לליטר בנזין – כ-2,300 גרם.
- מחיר מיוחס לפליטות פד"ח לפי הספר הירוק של המשרד להגנ"ס<sup>52</sup> (עדכון ל-2021) – 183 ₪ לטון פליטה.
- נוסחת הצמדה של המחיר הריאלי לפי הספר הירוק – 2.1% בשנה.

תוצאות:

<sup>50</sup> פרסום אינטרנטי "תוצרים ודגמים של כלי רכב פרטי ומסחרי". <https://data.gov.il/dataset/degem-rechev-wltp>.

<sup>51</sup> <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/9781f65f-8448-11ea-bf12-01aa75ed71a1>

<sup>52</sup> [https://www.gov.il/he/departments/publications/reports/green\\_book\\_external\\_costs\\_air\\_pollutants\\_greenhouse\\_gases](https://www.gov.il/he/departments/publications/reports/green_book_external_costs_air_pollutants_greenhouse_gases)

- העלות המיוחסת לפליטות פד"ח ברכב בנזין חדש לשנת 2023 היא כ-0.026 ₪ לק"מ.
- העלות המיוחסת לפליטות פד"ח ברכב בנזין חדש לשנת 2030 היא כ-0.030 ₪ לק"מ.

## 2. רכב חשמלי

הנחות:

- רכב חשמלי טיפוסי צורך כ-0.17 קוט"ש לק"מ.
- עבודה זו עוסקת בגיבוש מדיניות לטווח הארוך, ולכן ההתייחסות תהיה לפליטות הצפויות בשנת 2030, כאשר תמהיל ייצור החשמל במשק צפוי לכלול 70% ייצור בגז טבעי ו-30% ייצור באנרגיה מתחדשת. בשנים שלפני כן (עד השגת תמהיל זה) הפליטות צפויות להיות גבוהות יותר מהפליטות המחושבות להלן, ואילו בהמשך, ככל שיגדל שיעור הייצור באנרגיות מתחדשות מעבר ל-30%, הפליטות יהיו נמוכות יותר (ייצור חשמל באנרגיות מתחדשות אינו כרוך בפליטות גזי חממה).
- עלויות פליטות פד"ח בהתאם לספר הירוק של המשרד להגנת הסביבה (זהה להנחה עבור רכבי בנזין) – 183 ₪ לטון (2021); הצמדה לפי 2.1% בשנה.
- קיימים הבדלים בהיקפי הפליטות בין תחנות הכוח הפחמיות הקיימות אשר יוסבו לייצור באמצעות גז טבעי לבין יתר תחנות הכוח המייצרות חשמל באמצעות גז טבעי, כאשר הפליטות מהתחנות המוסבות גבוהות יותר.
- נתוני הפליטות לקוט"ש וכן נתוני התפלגות הייצור בין התחנות המוסבות ליתר התחנות בגז טבעי, לקוחים מתוך פרסום של רשות החשמל – "הגדלת יעדי ייצור החשמל באנרגיות מתחדשות לשנת 2030" (2020) – אקסל חישובים "עלות-תועלת", גיליון עבודה "הנחות עבודה"<sup>53</sup>:
  - פליטות פד"ח מתחנות מוסבות: 474 גרם לקוט"ש מיוצר.
  - פליטות פד"ח ממוצעות מתחנות אחרות בגז טבעי: 369 גרם לקוט"ש מיוצר.
  - התפלגות ייצור בגז טבעי בשנת 2030: כ-20% בתחנות מוסבות, כ-80% ביתר התחנות.
- היקף איבודי החשמל משלב הייצור ועד הטעינה - 7%.

תוצאות:

- העלות המיוחסת לפליטות פד"ח ברכב חשמלי לשנת 2023 היא כ-0.009 ₪ לק"מ.
- העלות המיוחסת לפליטות פד"ח ברכב חשמלי לשנת 2030 היא כ-0.011 ₪ לק"מ.

זיהום אוויר

## 1. רכב בנזין

הנחות:

- עלויות פליטות - לפי הספר הירוק של המשרד להגנת הסביבה, נתונים עבור נוסחת "ציון ירוק" לרכבים:

<sup>53</sup> [https://www.gov.il/he/departments/publications/reports/2030\\_final](https://www.gov.il/he/departments/publications/reports/2030_final)

לוח א1: עלויות עבור נוסחת ציון ירוק (שקלים לטון, 2021)

מזהם	עלות חיצונית
PM2.5	541,898
NOX	139,565
NMVOG	7,447
CO	352
CO2	183

מקור: הספר הירוק של המשרד להגנת הסביבה, עדכון 2021

- היקף פליטות – לפי פרסום "מקדמי פליטת מזהמים מכלי רכב" של המשרד להגנת הסביבה (2022)<sup>54</sup>.
- הנתונים הרלוונטיים להשוואה הם נתוני רכבי בנזין והיברידי העומדים בתקן יורו-6 - תקן פליטות לרכבים חדשים, נתונים משוקללים (בהתאם להנחות תחשיב הגנ"ס) לכל סוגי הכבישים ומצבי התנועה; שקלול תוצאות לרכבי בנזין ורכבים היברידי לפי הנחת 75% רכבי בנזין ו-25% רכבים היברדיים.
- החישוב מתייחס לפליטות חמות (פליטות מאגוז הרכב תוך כדי נסיעה שוטפת), פליטות קרות (פליטות בשלבי הנסיעה הראשוניים של הרכב, עד התחממות המערכות לחום עבודה רגיל – כאשר מדובר בתוספת פליטות לפליטות החמות) ופליטות שחיקה (פליטות הנגרמות עקב שחיקת הצמיגים, הבלמים והכביש תוך כדי נסיעה). החישוב איננו מתייחס לפליטות אידוי (פליטות אידוי שלא דרך האגוז), מטעמי פשטות ומתוך הערכה שהשפעתן על התוצאה הסופית זניחה.
- בנוגע לפליטות קרות, הרי שפרסום הגנ"ס איננו מבחין בין רכבים חדשים (יורו 6) לרכבים ישנים יותר. לכן, נניח כי היחס ברכבי יורו-6 בין פליטות קרות לפליטות חמות, זהה ליחס המתקיים עבור כלל רכבי הבנזין/היברדיים. כלומר, עבור כל מזהם בנפרד, בחנו את היחס בין פליטות קרות לפליטות חמות עבור רכבי בנזין ורכבים היברדיים (לפי הנחת 25% היברדיים), והשתמשנו במקדם (תוך התאמה נוספת, כמתואר בנקודה הבאה) לצורך חישוב סך הפליטות מאותו מזהם.
- על פי הנחות המפורטות בפרסום, פליטות קרות רלוונטיות בממוצע ל-2 ק"מ הנסיעה הראשונה של הרכב (לאחר שהספיק להתקרר מהנסיעה הקודמת). אם נניח כי רכב מבצע 4 התנועות קרות ביום, ולפי 2 ק"מ כל התנועה, נקבל כ-3,000 ק"מ בשנה לגביהם יש להוסיף את הזיהום המיוחס להתנועות קרות – זהו סדר גודל קרוב ל-20% מתוך כלל ק"מ הנסיעה, ולפיכך בשקלול הכולל נוסיף פליטות אלו עם מקדם של 0.2. כך, בהמשך למתואר בנקודה הקודמת, חושב עבור כל מזהם מקדם התאמה סופי עבור פליטות קרות, הכולל את היחס בין פליטות קרות לפליטות חמות בשלב ההתנועה הקרה, כפול 0.2 (המשקף כאמור את היחס בין ק"מ נסועה בתנאי התנועה קרה לבין סך ק"מ הנסיעה).

הלוח הבא מציג את החישוב הכולל עבור פליטות חמות וקרות:

[https://www.gov.il/he/departments/general/emission\\_factors\\_from\\_vehicles](https://www.gov.il/he/departments/general/emission_factors_from_vehicles)<sup>54</sup>



לוח א2: חישוב עלות פליטות חמות וקרות מרכב בנזין חדש (יורו-6), 2021

מזהם	עלות חיצונית (ש"ח לטון)	פליטות חמות (גרם לק"מ)	מקדם תוספת פליטות קרות	סך פליטות קרות וחמות כולל (גרם לק"מ)	עלות (ש"ח לק"מ)
PM2.5	541,898	0.0013	0.3	0.0017	0.0009
NOX	139,565	0.0209	1	0.0417	0.0058
NMVOC	7,447	0.0053	11.3	0.0656	0.0005
CO	352	0.2879	1.9	0.8350	0.0003
סה"כ					0.0075

מקורות: הספר הירוק של המשרד להגנת הסביבה (2021), "מקדמי פליטת מזהמים מכלי רכב" של המשרד להגנת הסביבה (2022) ועיבודי משרד האוצר. נתוני הפליטות החמות מתייחסים לערכים משוקללים עבור רכבי בנזין ורכבים היברידיים העומדים בתקן יורו-6 (רכבים חדשים); מקדם תוספת פליטות קרות חושב בהתאם ליחס פליטות קרות לחמות של כלל רכבי הבנזין ורכבים היברידיים.

כך, סך עלות הפליטות מאגוז המנוע נאמד בכ-0.00754 ₪ לק"מ.

יש להוסיף לכך את פליטות השחיקה – מסוג 2.5PM – הנאמדים בפרסום בכ-0.0115 גרם לק"מ. לפי מחיר של 541,898 ₪ לטון – העלות המחושבת היא 0.0062 ₪ לק"מ.

מכאן שהעלות הכוללת לכלל הפליטות נאמדת ב-0.0138 ₪ לק"מ, במחירי 2021.

נוסחת ההצמדה על פי הספר הירוק קובעת כי יש להצמיד את המחיר הריאלי הן לגידול בתוצר (עם מקדם 0.8) והן לקצב גידול האוכלוסייה; מטעמי פשטות, נניח מקדם הצמדה משולב של 3% בשנה.

לפיכך נקבל אומדן עלות סופית של כ-0.0146 ₪ לק"מ בשנת 2023; ושל 0.018 ₪ לק"מ בשנת 2030.

## 2. רכב חשמלי

הנחות:

- הפליטות הרלוונטיות הן פליטות מייצור החשמל הנדרש עבור הנעת הרכבים החשמליים, ובנוסף פליטות שחיקה (פליטות הנגרמות עקב שחיקת הצמיגים, הבלמים והכביש תוך כדי נסיעה).
- עבודה זו עוסקת בגיבוש מדיניות לטווח הארוך, ולכן ההתייחסות תהיה לפליטות הצפויות בשנת 2030, כאשר תמהיל ייצור החשמל במשק צפוי לכלול 70% ייצור בגז טבעי ו-30% בייצור באנרגיה מתחדשת. בשנים שלפני כן הפליטות צפויות להיות גבוהות יותר מהפליטות המחושבות להלן, ואילו בהמשך – ככל ששיעור הייצור באנרגיות מתחדשות יגדל מעבר ל-30% - נמוכות יותר (ייצור חשמל באמצעות אנרגיות מתחדשות איננו כרוך בפליטות מזהמי אוויר).

- עלויות פליטות - בהתאם לספר הירוק של המשרד להגנת הסביבה, תוך הבחנה בין פליטות מארובות אשר גובהן מעל/מתחת 100 מ'. בהינתן המעבר לייצור חשמל בגז טבעי, ארובות מעל 100 מ' למעשה יהיו רלוונטיות ב-2030 רק לתחנות כוח פחמיות אשר יוסבו לשימוש בגז טבעי, בעוד ביתר תחנות הכוח, אשר הוקמו מראש כתחנות בגז טבעי, הארובות נמוכות מ-100 מ'. זאת כאשר על פי נתוני רשות החשמל, תחנות מוסבות צפויות לייצר כ-20% מסך החשמל המיוצר בגז טבעי ב-2030 (כלומר, כ-14% מסך החשמל במשק).
  - קיימים גם הבדלים בנתוני הפליטות בין התחנות המוסבות לבין יתר התחנות, כאשר ככלל הפליטות מהתחנות המוסבות גבוהות יותר.
  - נתוני הפליטות לקוט"ש מיוצר עבור המזהמים השונים, וכן נתוני התפלגות הייצור בין התחנות המוסבות ליתר התחנות בגז טבעי, לקוחים מתוך פרסום של רשות החשמל – "הגדלת יעדי ייצור החשמל באנרגיות מתחדשות לשנת 2030" (2020).
  - ההנחה היא כי רכב חשמלי טיפוסי צורך 17 קוט"ש לק"מ.
  - היקף איבודי החשמל משלב הייצור ועד הטעינה - 7%.
- הלוח הבא מציג את החישוב:

לוח א3: חישוב עלויות פליטות זיהום אוויר מתחנות כוח עבור רכב חשמלי, 2021

יתר תחנות הכוח בגז טבעי			תחנות מוסבות			
עלות (₪ לקוט"ש)	מחיר (₪ לטון)	פליטה (גרם לקוט"ש)	עלות (₪ לקוט"ש)	מחיר (₪ לטון)	פליטה (גרם לקוט"ש)	
0.020594	128,712	0.160	0.014179	59,080	0.240	NOX
0.000744	92,968	0.008	0.000342	42,747	0.008	SOX
0.004717	294,819	0.016	0.001356	135,602	0.010	חלקיקים
0.026055			0.015877			סה"כ
80%			20%			% מתוך כלל הייצור בגז
0.0240						עלות משוקללת

מקורות: הספר הירוק של המשרד להגנת הסביבה (עדכון 2021), "הגדלת יעדי ייצור החשמל באנרגיות מתחדשות לשנת 2030" של רשות החשמל (2020), ועיבודי משרד האוצר.

בהנחה כאמור שב-2030 ייצור חשמל בגז טבעי יהווה 70% מסך ייצור החשמל במשק – המשמעות היא לפיכך עלות זיהום של 0.0168 ₪ לקוט"ש מיוצר (70% כפול 0.024), או כ-0.018 ₪ לקוט"ש נצרך (לאחר איבודים); זאת כאשר ייצור חשמל באמצעות אנרגיות מתחדשות איננו כרוך בפליטות זיהום אוויר.

לפי 0.17 קוט"ש לק"מ – מתקבלת עלות פליטה של 0.0031 ₪ לק"מ במונחי מחיר 2021.

על כך יש כאמור להוסיף את עלויות פליטות השחיקה, כאשר ההנחה היא כי אלו זהות ברכב חשמלי וברכב בנזין - 0.0062 ₪ לק"מ (כפי שהוצג בחישוב לעיל לגבי רכבי בנזין). קיימות טענות כי פליטות השחיקה מרכב חשמלי גבוהות יותר עקב משקל ממוצע גדול יותר הנובע ממשקל הסוללה; ואולם, בהעדר נתונים ברורים בנושא זה, עניין זה לא כומת.

כך, סך עלות פליטות המזהמים של רכב חשמלי עומדת על כ-0.0093 ₪ לק"מ במחירי 2021.

נוסחת ההצמדה על פי הספר הירוק קובעת כי יש להצמיד את המחיר הריאלי הן לגידול בתוצר (עם מקדם 0.8) והן לקצב גידול האוכלוסייה; מטעמי פשטות, נניח מקדם הצמדה כולל של 3% בשנה.

לפיכך נקבל אומדן עלות סופית של כ-0.010 ₪ לק"מ בשנת 2023; ושל 0.012 ₪ לק"מ בשנת 2030.

רעש

#### 1. רכב בנזין

הנחות:

- נתבסס במידה רבה על הדו"ח האירופי, וזאת בהעדר פרסומים מפורטים מספיק בנושא לגבי ישראל.
- נקודת המוצא של הדו"ח האירופי הם ערכי נזק לפי חשיפה לרעש ברמות שונות. בטיטה להערות הציבור שפרסם המשרד להגנת הסביבה לקראת שילוב נושא הרעש בספר הירוק<sup>55</sup> – הוצע לאמץ ערכים אלו גם בישראל, כאשר התרגום למונחי ₪ הוא לפי יחס של 3.75 ש"ח לאירו (בהתייחס לשנת 2020). ערכי הנזק במסמך של המשרד להגנת הסביבה מוצגים להלן:

לוח 4: ערכים שוליים לחישוב עלות חיצונית של רעש מכלי רכב, לאדם לשנה, לדציבל  $L_{den}$  (שקלים 2020)

סה"כ	בריאות	מטרד	טווחי רעש (דציבל) dB(A)
64	11	52	50-54
116	11	105	55-59
127	22	105	60-64
236	34	202	65-69
251	49	202	70-74
270	67	202	≥ 75

מקור: טיוטת "הספר הירוק – עלויות חיצוניות של רעש תחבורה", המשרד להגנת הסביבה.

55

[https://www.gov.il/he/departments/publications/Call\\_for\\_bids/pc\\_external\\_costs\\_of\\_transportation\\_noise](https://www.gov.il/he/departments/publications/Call_for_bids/pc_external_costs_of_transportation_noise)

- הדו"ח האירופי לוקח ערכים אלו ועל בסיסם גוזר עלות נזק לק"מ נסועה (מה שלא נעשה בשלב זה בטיוטת המשרד להגנת הסביבה). עלות הנזק הממוצעת לרכב בנזין בדו"ח היא 0.8 יורו-סנט לק"מ.
- קיימת אפשרות סבירה שהעלות השולית של הרעש תהיה נמוכה מהעלות הממוצעת; זאת מכיוון שרכב נוסף בכביש שממילא מהווה מוקד רעש גורם פחות נזק תוספתי מאשר הרכב הראשון.
- בהתאם לכך, בדו"ח האירופאי מציגים ערכי עלויות שוליות בהתאם לזמן/תנאי הכביש:

לוח א5: עלויות רעש שוליות בדו"ח האירופי לפי סוג הכביש, מצב התנועה, ושעה

	Traffic	EUR-cent2016 / vkm		
		Metropolitan	Urban	Rural
Day	Dense	0.749	0.042	0.006
	Thin	1.816	0.117	0.014
Night	Dense	1.364	0.077	0.012
	Thin	3.307	0.214	0.025

מקור: 1.1-1 Handbook on the external costs of transport, Version 2019. אקסל נלווה לפרסום<sup>56</sup> (גרסה מקבילה במונחי ק"מ-נוסע (pkm), במקום ק"מ-רכב (vkm), מופיעה בפרסום עצמו בלוח 37, עמ' 104).

ניתן לראות שמחוץ לשטחי המטרופולינים, עלות הרעש נמוכה מאוד, ואילו בתוך המטרופולינים היא גבוהה, בייחוד בשעות הלילה (עקב הפרעה לשינה, הנתפסת כמשמעותית במיוחד).

אין בידינו נתונים המאפשרים פילוח הנסועה בישראל באופן מדויק בהתאם לרובריקות שבלוח, ולכן נניח את ההנחות הבאות:

- 85% מהנסועה היא ביום, ו-15% הן בלילה.
- 50% מהנסועה היא בשטחי מטרופולינים, והיתר מחוצה להם, כאשר לשם הפשטות נניח כי כל התנועה מחוץ למטרופולינים היא בשטחים פתוחים (rural).
- בתוך המטרופולינים - 80% מהנסועה ביום היא בתנועה צפופה, בעוד שבלילה רק 10% היא בתנאי תנועה צפופה.
- מחוץ למטרופולינים - 50% מהנסועה ביום בתנועה צפופה, בעוד שבלילה רק 10% היא בתנאי תנועה צפופה.

מכאן נקבל את ההתפלגות הבאה לצורך החישוב:

לוח א6: הנחות בנוגע להתפלגות נסיעות לפי סוג כביש, מצב תנועה, ושעה, לצורך חישוב ממוצע עלויות הרעש השוליות

	Traffic	EUR-cent2016 / vkm		
		Metropolitan	Urban	Rural
Day	Dense	34.00%	-	21.25%

<sup>56</sup>[https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/sustainable-transport/internalisation-transport-external-costs\\_en](https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/sustainable-transport/internalisation-transport-external-costs_en). מופיע בתוך "Annexes".

	Thin	8.50%	-	21.25%
Night	Dense	0.75%	-	0.75%
	Thin	6.75%	-	6.75%

מתוך מכפלת הערכים בלוחות א5 ו-א6 עולה ערך ממוצע משקולל של כ-0.65 יורו-סנט לקוט"ש; זהו ערך הנמוך בכ-20% מהערך הממוצע (0.8), ולפיכך תואם את ההנחה כי הערך השולי יהיה נמוך יותר מהערך הממוצע.

לפי שע"ח של 3.75 (בהתאם לטייטה של המשרד להגנת הסביבה) – מתקבל ערך של כ-0.024 ₪ לק"מ, לשנת 2020.

לפי מקדם עדכון של 3% בשנה (בדומה לעדכון מקדמי זיהום אוויר), מתקבל ערך של כ-0.027 ₪ לק"מ לשנת 2023, ושל 0.033 ₪ לק"מ לשנת 2030.

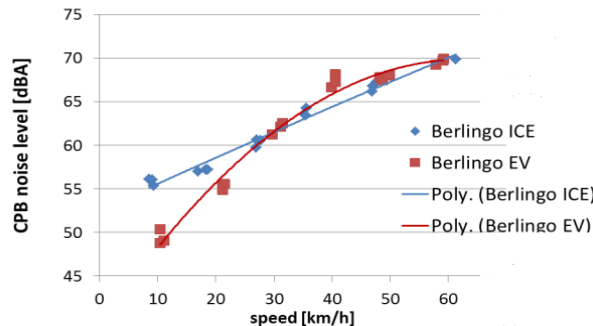
עם זאת, אומדן הדו"ח האירופי לא הבחין בנושא הרעש בין כלל הרכבים לבין רכבים חדשים, אשר באופן כללי סביר כי הינם שקטים יותר מרכבים ישנים יותר. אין בידינו נתונים ברורים בהקשר זה, אך ניתן לציין כי במהירויות של מעל כ-30 קמ"ש, עיקר הרעש מגיע מחיכוך הצמיגים עם הכביש ולא מהמנוע (ראו להלן התייחסות לעניין זה במסגרת ניתוח עלויות הרעש של הרכב החשמלי), ובהקשרים אלו סביר שהשיפור המאפיין רכבים חדשים מוגבל; יתר על כן, במהירויות גבוהות גם נמדדים ערכי רעש חזקים יותר, הנחשבים כמזיקים יותר לבריאות (כלומר, החלק של המהירויות הנמוכות יותר, בו סביר כאמור כי ישנו יתרון לרכבים חדשים על פני רכבים ישנים יותר, אחראי אולי ממילא לחלק הקטן יותר מתוך סך עלויות הרעש). לאור זאת – סביר שאמנם קיים שיפור, אך הוא מוגבל, ולכן ניח לצורך האומדן הפחתה של 20% בהתייחס לרכב בנזין חדש (לעומת ממוצע כלל רכבי הבנזין).

כך נקבל אומדן סופי של 0.021 ₪ לק"מ לשנת 2023 ושל 0.026 ₪ לק"מ לשנת 2030.

## 2. רכב חשמלי

המחקר האירופי לא התייחס ליתרון הרכב חשמלי בהקשר זה (הניח למעשה עלויות רעש זהות לאלו של רכבי בנזין), ואולם קיימות עדויות אחרות לכך, כמו למשל מחקר מדנמרק אשר השווה את הרעש הנגרם מרכבים חשמליים ורכבי בנזין דומים<sup>57</sup>. התרשים הבא לקוח מהמחקר:

The Berlingos noise levels at constant speed



מקור: Measurement of noise from electrical vehicles and inter combustion engine vehicle under urban driving conditions.

עם זאת, וכפי שניתן לראות בתרשים הפער, שנמצא במחקר איננו מאוד גדול – 4-5 דציבל הפחתה במהירויות של עד 30 קמ"ש, כאשר מעבר למהירות זו הפער בין שני סוגי הרכבים מצטמצם או אף נעלם, כאשר רעשי החיכוך עם הכביש הופכים דומיננטיים (כך על פי סיכום המחקרים).

בהקשר זה, יש לציין שעלויות הנזק המיוחסות לחשיפה לרעש גבוהות הרבה יותר ברמות הרעש החזקות יותר, כפי שניתן גם להתרשם מאומדני הנזק ממסמך המשרד להגנת הסביבה שהוצגו בלוח 4 לעיל; רמות רעש אלו מאפיינות מהירויות גבוהות מ-30 קמ"ש (עלות הנזק קופצת מעל 65 דציבלים, כאשר לפי המחקר הדני נראה כי גם רכבי בנזין לרוב אינם מגיעים לעוצמת רעש כזאת במהירויות נמוכות). כן יש להביא בחשבון כי שיעור משמעותי מהרכבים החדשים הינם רכבים היברידיים, בהם במהירויות נמוכות לא בהכרח מתקיים כל יתרון בהקשר זה ביחס לרכב חשמלי, שכן במהירויות אלו הנסיעה ברכבים אלו מתבצעת במידה רבה באמצעות הנעה חשמלית.

לאור כל זאת, מוצע להניח הפחתה של 20% בעלות הרעש אל מול רכב בנזין חדש – ולפיכך לקבל אומדן סופי של כ-0.017 ל"קוט"ש בשנת 2023, ושל 0.021 ל"ק"מ לשנת 2030.

גודש בדרכים

הנחות:

- ההשפעה של הרכב השולי על הגודש בכביש תלויה במצב התנועה בכביש: כאשר הכביש ריק כמעט לחלוטין, נסיעה של רכב בו לא תייצר כל גודש; לעומת זאת, כאשר הכביש ממילא עמוס, תוספת של רכב אחד לכביש עשויה להחמיר משמעותית את מצב הגודש (להביא להאטה משמעותית בתנועה).

<https://www.toi.no/getfile.php/1340825-1434373783/mmakiv/Forside%202015/compett-57foredrag/Lykke%20-Silent%20Urban%20Driving.pdf>

- עלויות הגודש, הנגזרות מהשפעת הרכב השולי על התנועה (בכמה מאט את יתר התנועה) ועלות הזמן של משתמשי הכביש, תלויות לפיכך בסוג הכביש ומצב התנועה בו.
  - הדו"ח האירופי מציג אומדנים לעלויות גודש שוליות כאמור, כפי שמוצג בלוח הבא:
- לוח א7: אומדנים לעלות גודש שולית ל-1 ק"מ נסיעה ברכב פרטי באיחוד האירופי (יורו-סנט לק"מ נסיעה)

אזור בין-עירוני (Inter-urban area)		אזור עירוני (Urban area)		
כבישים אחרים (other roads)	כבישים ראשיים (motorway)	כבישים אחרים (other urban roads)	כבישים ראשיים (trunk roads)	
46.4	29.4	66.3	32.1	מעבר לקיבולת (over-capacity)
39.6	22.6	58.2	24.8	גודש (congested)
31.2	15.9	47.2	17.4	קרוב לקיבולת (near capacity)
0	0	0	0	רחוק מהקיבולת (well below capacity)

מקור: 1.1-19 - Handbook on the external costs of transport, Version 2019 – לוח 46, עמ' 124.

- הנסועה השולית – כלומר, בהקשר הנוכחי, הנסועה המושפעת משינויים במדיניות המס – תתרחש כמובן במגוון סוגי כביש ומצבי תנועה, לעתים בכבישים עירוניים עמוסים, לעתים בכבישים בין-עירוניים פנויים, וכיוצ"ב. אנו מחפשים למעשה את העלות הממוצעת של ההשפעות הנ"ל.
- לצורך קבלת אומדן לעלות שולית ממוצעת כאמור, יש לשקלל את העלויות השוליות לפי התפלגות הנסועה בכבישים/מצב תנועה השונים. פרסום המשרד להגנת הסביבה בנושא פליטות מזהמים מתחבורה הנזכר לעיל ("מקדמי פליטת מזהמים מכלי רכב", בתוך הקובץ "פליטות חמות – מזהמים שונים ושקלול מקדמי פליטות") מציג אומדן להתפלגות כזאת עבור כלל הנסועה בארץ, בהתבסס על המודל הארצי לתחבורה. אנו נשתמש בהתפלגות זאת לצורך קבלת אומדן עלות הגודש השולית המשוקללת.
- הלוח הבא מציג את התפלגות הנסועה על פי הפרסום כתלות בסוג הכביש ובמצב התנועה (הסברים בנוגע להגדרות אלו מופיעים במסמכי הרקע המצורפים לפרסום) -

לוח א8: הנחות בדבר התפלגות הנסועה בישראל לפי סוג כביש ומצב תנועה

		freeflow	heavy	stop & go
Urban	motorway - city	1.33%	2.34%	1.10%
	distributor/secondary	14.53%	4.91%	1.54%
	access residential	9.12%	5.96%	4.52%
Rural	motorway-national	12.01%	14.16%	1.49%
	trunk road / primary-national	17.40%	6.09%	0.96%
	local collector	1.91%	0.51%	0.12%

מקור: "מקדמי פליטת מזהמים מכלי רכב", המשרד להגנת הסביבה (2022); אקסל "פליטות חמות", שורה 357. ההתפלגות המדווחת בפרסום כוללת גם הבחנה בין כבישים בשיפועים שונים ובמהירויות מותרות שונות; מטעמי פשטות אלו אוחדו כאן לפי סוג כביש ומצב תנועה.

- הגדרות סוגי הכבישים/מצבי התנועה בשני הפרסומים (הגנת הסביבה והפרסום האירופי) אינן זהות, ועל כן נדרש להניח הנחות לצורך ביצוע המעבר ביניהם. להלן המפתח שהונח על ידינו לצורך החישוב (כלומר – ההתאמה בין הגדרות פרסום הגנ"ס להגדרות הפרסום האירופי):



לוח א9: מפתח להמרת התפלגות הנסועה בין הגדרות הדו"ח האירופי להגדרות פרסום הגנ"ס

אזור בין-עירוני (Inter-urban area)		אזור עירוני (Urban area)		
כבישים אחרים (other roads)	כבישים ראשיים (motorways)	כבישים אחרים (other roads)	כבישים ראשיים (trunk roads)	
trunk road / primary-national + local collector, stop & go	motorway – national, stop & go	distributor / secondary + access residential, stop & go	motorway – city, stop & go	מעבר לקיבולת (over-capacity)
trunk road / primary-national + local collector, heavy	motorway – national, heavy	Distributor / secondary + access residential, heavy	motorway – city, heavy	גודש (congested)
-	-	-	-	קרוב לקיבולת (near capacity)
trunk road / primary-national + local collector, freeflow	motorway – national, freeflow	distributor / secondary + access residential, freeflow	motorway – city, freeflow	רחוק מהקיבולת (well below capacity)

- כך למשל, הנחנו כי נסיעות אשר הוגדרו כ-stop & go בפרסום הגנ"ס, מתייחסות לאותו מצב המוגדר בדו"ח האירופי ככביש במצב של over-capacity; וכי נסיעות שהוגדרו בפרסום הגנ"ס במצב תנועה heavy, מתייחסות למצב כביש congested.
- בהתאם, התקבלה התפלגות הנסיעות הבאה:

לוח א10: הנחות בנוגע להתפלגות נסיעות לפי סוג כביש ומצב תנועה, לצורך חישוב ממוצע משוקלל של עלויות הגודש השוליות

אזור בין-עירוני (Inter-urban area)		אזור עירוני (Urban area)		
כבישים אחרים (other roads)	כבישים ראשיים (trunk roads)	כבישים אחרים (other roads)	כבישים ראשיים (trunk roads)	
1.08%	1.49%	6.06%	1.10%	מעבר לקיבולת (over-capacity)
6.60%	14.16%	10.87%	2.34%	גודש (congested)
-	-	-	-	קרוב לקיבולת (near capacity)
56.3%				רחוק מהקיבולת (well below capacity)

מקור: "מקדמי פליטת מזהמים מכלי רכב", המשרד להגנת הסביבה (2022) ועיבודי משרד האוצר.

- עקב אי-בהירות בנוגע להתאמת ההגדרות משני הפרסומים השונים, ומטעמי זהירות (כלומר, רצון להימנע מסיווג נסיעות ברמת גודש גבוהה מזאת שהונחה בהתפלגות הנסיעות הארצית) – המחיר שנלקח עבור רובריקות over-capacity הוא המחיר הממוצע בין over-capacity לבין congested, ואילו עבור רובריקות congested – המחיר שנלקח הוא מחיר near-capacity; כלומר, הלכה למעשה הנחנו מחירים נמוכים יותר מאלו המופיעים בפרסום האירופי, מתוך מחשבה שייתכן כי ההגדרה של כביש במצב של over-capacity היא מחמירה יותר (מצב תנועה קשה יותר) מאשר המצב המתואר בפרסום הישראלי כ-stop&go; ושבאופן הדומה – ההגדרה של כביש במצב congested מחמירה יותר מאשר המצב המתואר בפרסום הישראלי כ-heavy. המחירים שנלקחו לצורך החישוב מוצגים בלוח הבא:

לוח א11: הנחות בנוגע לעלות הגודש השולית לפי סוג כביש ומצב תנועה – לאחר התאמות לדו"ח האירופי

אזור בין-עירוני (Inter-urban area)		אזור עירוני (Urban area)		
כבישים אחרים (other roads)	כבישים ראשיים (trunk roads)	כבישים אחרים (other roads)	כבישים ראשיים (trunk roads)	
43.0	26.0	62.2	26.6	מעבר לקיבולת (over-capacity)
31.2	15.9	47.2	17.4	גודש (congested)
-	-	-	-	קרוב לקיבולת (near capacity)
0				רחוק מהקיבולת (well below capacity)

מקור: 1.1-1 Handbook on the external costs of transport, Version 2019 ועיבודי משרד האוצר.

#### תוצאות:

- מכפלת הערכים בלוחות א10 ו-א11 נותנת עלות שולית משוקללת של 14.77 יורו-סנט לק"מ. יצוין שערך זה דומה לערך המתאים (בפרסום האירופי, לפני עיבודים) לכבישים בין-עירוניים ראשיים בתנאים של תנועה קרובה לקיבולת (אך מתחתיה). כלומר, לצורך העניין ניתן לדמות את הנסיעה המשוקללת לנסיעה בתנאים אלו – הנחה אשר נראית כתואמת את המציאות הישראלית, בה מיעוט נסיעות מתבצעות בתנאים בהן אין גודש כלל, וכאשר אותן נסיעות בתנאי זרימה חופשית לחלוטין לכאורה "מתקזזות" באופן גס עם נסיעות בהן הגודש כבד במיוחד.
- לצורך תרגום ערך זה למחירים ישראלים – בוצעה השוואה בין עלויות הזמן (העומדות בבסיס חישוב עלות הגודש) בדו"ח האירופי ובנוהל פרויקטים לתחבורה של משרד התחבורה משנת 2021. בדו"ח האירופי הונח ערך זמן של 13-16 אירו לשעה עבור נסיעות במסגרת העבודה או בדרך אל/מ העבודה; ושל 6 אירו עבור כל יתר הנסיעות. בנוהל פר"ת העדכני, ההנחה היא להניח ערך של 91 ₪ עבור נסיעה במסגרת עבודה, ושל 27 ₪ עבור כל יתר הנסיעות (נסיעות אל/מ העבודה מקוטלגות בנוהל פר"ת העדכני במסגרת 'יתר הנסיעות' ולא במסגרת 'נסיעות במסגרת העבודה'). בהנחת התפלגות נסיעות

מקורבת של 10% - נסיעות במסגרת העבודה, 30% - נסיעות אל/מ העבודה, ו-60% יתר הנסיעות (על בסיס נוהל פר"ת 2012), מתקבל ערך זמן משוקלל של כ-33.4 ש"ח בישראל, ושל כ-9.3 אירו בדו"ח האירופי. לפיכך – ניתן להמיר את הנתון ביורו (14.77 יורו-סנט לק"מ) לש"ח באמצעות מכפלה של 3.6.

מכאן – שעלות הגודש השולית היא כ-53 לק"מ.

יצוין שהעלויות אשר יוחסו כאן לגודש מתייחסות כאמור רק לעניין עלות אובדן הזמן של הנוסעים בכביש; הן אינן כוללות עלויות עקיפות יותר, כגון הפגיעה בפעילות הכלכלית במדינה עקב קשיי ההגעה ממקום למקום באופן יעיל; זאת על אף שעלויות אלו עשויות להיות משמעותיות ביותר.

## תאונות דרכים

### הנחות:

- העלות החיצונית מתייחסת רק לעלויות הקשורות בפגיעות גוף. בכל הקשור לפגיעות ברכוש – עלויות אלו מוטלות במלואן על בעלי הרכבים, בין אם דרך הביטוח או דרך תשלום ישיר בעקבות תאונה. ישנה מודעות מלאה מצד הנהגים לאפשרות התרחשותם של פגיעות רכוש ברכב.
- גם באשר לפגיעות גוף – ישנה מודעות של הנהגים לאפשרות התרחשותן של פגיעות מסוג זה, ורצון להימנע מזה. עם זאת, הפנמת הסיכון איננה מלאה, במיוחד בכל הקשור לפגיעה בפרטים שאינם ברכב של הנהג (נוסעים ברכבים אחרים, הולכי רגל וכו').
- בדו"ח האירופי – העלויות המכוסות על ידי הביטוחים מנוכות מראש מחישוב העלויות השוליות; לאחר מכן, הדו"ח מניח כי הנהג מפנים באופן מלא את העלויות הקשורות לפגיעה בכלל הנוסעים ברכבו, אך לא מפנים כלל את העלויות בפגיעה במשתמשי כביש אחרים. במונחים מספריים, ההנחה היא שברכבים פרטיים, החלק המופנם (מתוך הסכום שנותר לאחר ניכוי עלויות הביטוח) עומד על 61%, כך שהעלויות החיצוניות מהוות 39% מכלל העלויות הנ"ל.
- לפי נוהל פר"ת 2021, סך עלויות הגוף מתאונות דרכים מוערך בכ-15 מיליארד ש"ח. ערך זה חושב בהסתמך על נתוני 2016-2018, בהן מספר הנפגעים בתאונות היה דומה למספרם כיום, ולכן נשתמש בו לשם חישוב העלות הנוכחית.
- לפי נתוני למ"ס (תאונות דרכים עם נפגעים 2021, לו"ח 3.03), רכבים פרטיים מעורבים בכ-50% מהתאונות הקטלניות, ובכ-66% מהתאונות עם נפגעים. נניח לפיכך כי חלקם של הרכבים הפרטים בעלויות אלו עומד על כ-55% - כלומר, כ-8.25 מיליארד ש"ח.
- לפי הדו"ח השנתי של רשות שוק ההון, ביטוח וחיסכון, בשנת 2021 עמד ביטוח החובה הממוצע על 1,339 ש"ח לרכב<sup>58</sup>. לפי כ-3.3 מיליון רכבים פרטים בשנה זו (למ"ס – רבעון לסטטיסטיקה של תחבורה), עלות הביטוח הכוללת עומדת על כ-4.4 מיליארד ש"ח.
- כלומר, בניכוי עלויות הביטוח – העלות שנותרת המיוחסת בהתאם לערכי נוהל פר"ת לפגיעות גוף בתאונות דרכים היא כ-3.85 מיליארד ש"ח.

[https://www.gov.il/he/Departments/publications/reports/1 annual report 2021](https://www.gov.il/he/Departments/publications/reports/1%20annual%20report%202021)<sup>58</sup>

- בהתאם למתודולוגיה המוצגת בדו"ח האירופאי (עמ' 48) – נניח שכ-39% מעלות זו היא עלות חיצונית – ונקבל כי העלות החיצונית של תאונות דרכים המיוחסת לרכבים פרטיים עומדת על כ-1.5 מיליארד ₪.
- לפי כ-50 מיליארד ק"מ בשנה נסועה של רכבים פרטיים (נתוני למ"ס לשנת 2021), נקבל עלות חיצונית ממוצעת של תאונות דרכים של כ-0.03 ש"ח לק"מ.
- גם במקרה זה, העלות השולית עשויה להיות שונה מהעלות הממוצעת. כך, כל רכב פרטי נוסף על הכביש מגדיל לכאורה את הסיכון לתאונה, ואולם לפחות במצבים מסוימים תוספת רכב עשויה להוריד את המהירות הממוצעת וכך אולי להקטין את הסיכון לתאונה חמורה. ההנחה במחקר האירופאי (עמ' 47) היא שבכבישים עירוניים, השפעה זו זניחה יחסית (שכן ממילא מהירויות התנועה בכבישים אלו מוגבלת על ידי גודש וגורמים אחרים), בעדו שבכבישים לא-עירוניים, ההשפעה נאמדת ב-0.25- (כלומר, כל 1% נוסף של נסועת רכבים מורידה את הסיכוי לתאונה של כל רכב ב-0.25%). אם ניקח ממוצע של שני ערכים אלו (0 ו-0.25) נקבל -0.125, ובהתאם לכך נקבל אומדן עלות שולית סופי של כ-0.026 ₪ לק"מ.